This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Digitized by Google

H 145.3

HARVARD COLLEGE
LIBRARY

LIBRARY OF THE
MINERALOGICAL
LABORATORY
UNIVERSITY MUSEUM

Transferred to
CABOT SCIENCE LIBRARY
June 2005

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON
FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

E-202

Digitized by Google

Digitized by Google

à Monsieur
Député, Vice-Président
du Comité de l'Asie Française,
hommage respectueux
A. Leclère

ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET MINIÈRE

DES

PROVINCES CHINOISES VOISINES DU TONKIN

Digitized by Google

TOURS, IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES

Digitized by Google

QE
294
.C5

ÉTUDE

GÉOLOGIQUE ET MINIÈRE

DES

Provinces chinoises voisines du Tonkin

PAR

M. A. LECLÈRE,
Ingénieur en Chef des Mines.

(Extrait des Annales des Mines, livraisons d'Octobre et de Novembre 1901.)

PARIS
Vve Ch. DUNOD, ÉDITEUR
49, Quai des Grands-Augustins, 49
—
1902

Digitized by Google

H 145.3
Jan. 18, 1921
HARVARD UNIVERSITY
MINERALOGICAL LABORATORY
Degrand fund

Digitized by Google

ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET MINIÈRE

DES

PROVINCES CHINOISES VOISINES DU TONKIN

Le présent mémoire réunit les résultats d'une mission remplie au Tonkin et en Chine, au titre du Ministère des Colonies, sur la demande du Ministre des Affaires Étrangères. Il s'agissait de visiter les régions qui seront desservies par le prolongement des voies ferrées de l'Indo-Chine, et d'apprécier l'importance du trafic qui naîtra par l'exploitation des richesses minérales.

Mon voyage a duré du 5 décembre 1897 au 15 juillet 1899. Il a été fait de concert avec la Mission chargée de l'étude proprement dite des tracés de chemin de fer, qui était conduite par M. Guillemoto, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, actuellement Directeur général des Travaux publics de l'Indo-Chine. L'exploration géologique était placée, dès mon départ, sous le patronage du Service de la Carte géologique de France, chargé par Décision ministérielle de la détermination des échantillons recueillis (*). Ce travail n'a pu s'effectuer qu'à mon

---

(*) La célèbre exploration de M. F. von Richthofen ne s'est pas étendue au Sud du Fleuve Bleu (*China*, 3 vol. Librairie Reimer, Berlin, 1882).

Dans cette partie de la Chine, M. L. von Loczy n'a parcouru, avec le comte Bela Szechenyi, que les régions situées à l'Ouest du méridien

Digitized by Google

retour, la difficulté des communications l'ayant rendu impossible pendant toute la durée du voyage.

Les principaux résultats scientifiques ont d'abord été présentés à l'Académie des Sciences, par M. Michel Lévy (*), et une conférence donnant la description générale du pays a été faite à la Société de Géographie de Paris (**). Dès que la publication des résultats techniques a été autorisée par M. le Ministre des Colonies, des indications précises ont été données sur l'emplacement et la nature des gisements miniers du Yun-Nan, dans une séance spéciale du Congrès des Sociétés françaises de Géographie (***).

A la suite de cette communication, des conférences plus détaillées ont été faites à l'Association française pour l'avancement des Sciences (****), à la Société de Géographie commerciale de Paris (*****), à la Société de Géographie de Lille (******) et à la Société de Géographie de Rouen (*******).

Le texte de ces conférences a été distribué au Sénat et à la Chambre des Députés par M. le Gouverneur général Doumer, Commissaire du Gouvernement, avant le vote de la convention pour l'exécution du chemin de fer de Lao-Kay à Yun-Nan-Sen.

Nous présentons maintenant l'ensemble des faits observés et des déterminations effectuées, en les groupant

---

de Ta-Li (*Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Bela Szechenyi in Ost-Asien.* Vienne, librairie Holzel, 1892. L'édition originale hongroise a été publiée en 1890).

(*) Note du 22 janvier 1900, M. Leclère; du 22 janvier, M. R. Zeiller; du 29 janvier 1900, MM. Michel Lévy, Lacroix et Leclère; du 26 février 1900, M. Douvillé; du 3 décembre, M. Leclère.

(**) *La Géographie* (*Bulletin* du 15 avril 1900).

(***) XXIe Congrès, séance du 22 août 1900.

(****) Congrès de Paris, séance du 2 août 1900.

(*****) *Bulletin*, t. XXIII, 1901.

(******) *Bulletin* de juin 1901.

(*******) *Bulletin*, 2e cahier 1901.

Digitized by Google

pour éviter un trop long récit des difficultés matérielles du voyage (*).

(*) Il est nécessaire d'expliquer le désaccord qui subsiste entre un certain nombre de mes observations et les publications faites dans le *Bulletin économique de l'Indo-Chine*, par M. G.-H. Monod, Chef adjoint du Service Géologique de la Colonie, créé sous les auspices de la Faculté des Sciences de Marseille.

Ayant été attaché à ce service après mon départ de France, M. Monod a été chargé de visiter de nouveau la région de Lao-Kay pendant que je voyageais en Chine.

Ses conclusions, insérées en 1898 dans *le Bulletin économique* (n° 33), combattent l'attribution que je fais du terrain de Lao-Kay au Carbonifférien inférieur. M. Monod rapporte ce terrain à l'Archéen. Les couches de houille schisteuse qu'on y rencontre seraient un gisement de graphite. Cette détermination ne repose que sur la résistance des échantillons à l'incinération, caractère sans portée au point de vue géologique.

Ayant reçu, six mois après, l'avis de cette divergence, je demandai à M. le Gouverneur général Doumer de vouloir bien désigner M. Monod pour m'accompagner en Chine. Sur ces entrefaites, je fis à Ta-Li l'heureuse rencontre de M. le vicomte de Vaulserre, qui s'est dès lors associé à mon voyage. Au milieu du mois de décembre 1898, nous fûmes rejoints à Yun-Nan-Sen par M. Monod, qui se trouvait déjà dans un état de santé déplorable. Nous le conduisîmes au Kouei-Tcheou; mais il devint évident que nous ne pouvions nous engager avec lui dans la suite de notre voyage : nous assurâmes son retour au Tonkin à partir de Kouei-Yang-Sen.

M. Monod a ensuite annoncé l'existence de la houille dévonienne dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 4 février 1901. Les observations qui vont suivre ne confirment pas cette assertion.

Dans un Mémoire beaucoup plus étendu, rédigé en grande partie d'après les Notes présentées à l'Académie par le Service de la Carte Géologique, et publié tout récemment au *Bulletin Economique de l'Indo-Chine*, sous le titre de *Contribution à l'étude géologique de la Chine méridionale*, M. Monod insiste sur l'existence d'un massif entièrement archéen, de grande hauteur, couronné au sommet par un calcaire cipolin, qui s'élèverait depuis le Fleuve Rouge à Lao-Kay jusqu'à Mong-Tze.

Cette région, située sur la frontière du Tonkin, présente une importance actuelle, étant la première atteinte par le tracé du chemin de er de Lao-Kay à Yun-Nan-Sen. Je l'ai visitée en détail, et j'y distingue tous les horizons sédimentaires étagés, depuis la base feldspathisée du paléozoïque jusqu'au trias supérieur. On rencontre dans ce prétendu massif archéen des affleurements de houille flambante, exploités depuis longtemps par les Chinois, et même mentionnés dans une carte au $\frac{1}{200.000}$ (Mong-Tze), dressée, en avril 1895, par le Bureau Topographique des troupes de l'Indo-Chine.

L'itinéraire inséré dans la *Contribution à l'étude géologique de la Chine méridionale* montre que M. G.-H. Monod est arrivé à Mong-Tze par le Nord-Est, venant de Kai-Hoa, sans traverser la région comprise entre Mong-Tze et le Fleuve Rouge.

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE.

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX.

CHAPITRE I.

1° **Géographie.** — La région parcourue (*) peut être limitée : au Sud-Ouest, par le Fleuve Rouge, depuis son embouchure jusqu'à sa source auprès de Ta-Li ; au Nord, par le Fleuve Bleu ; et à l'Est par une ligne reliant Haï-Phong à Kouei-Lin-Sen, capitale de la province du Kouang-Si. Ce triangle mesure environ 1.000 kilomètres de l'Ouest à l'Est entre Ta-Li-Fou et Kouei-Lin-Sen par 26° de latitude, et à peu près autant du Sud au Nord de Haï-Phong à Tchoung-King par 104° de longitude. Il renferme bèaucoup de régions rendues inaccessibles non seulement par les difficultés naturelles, mais aussi par l'hostilité des populations indigènes, encore rebelles à la pénétration chinoise. Les connaissances topographiques, qui doivent être la première base d'une étude géologique, sont donc encore bien incomplètes.

On sait que la première carte de l'Empire Chinois a été établie par les missionnaires Jésuites, à partir de 1717. Elle a été publiée à La Haye par d'Anville, en 1737. Fréquemment reproduite en Extrême-Orient, avec des améliorations progressives, elle y est encore très appréciée. Elle est fondée sur un canevas astronomique dont les intervalles ont été remplis à l'estime. Les cartes européennes dérivent de ce premier tracé, constamment rectifié par les itinéraires levés d'une manière plus ou moins

---

(*) Voir la carte d'ensemble, Pl. V.

Digitized by Google

précise par les explorateurs. Le parcours des routes de caravanes est ainsi suffisamment connu pour une étude géologique d'ensemble; mais les régions qui s'en écartent sont mal définies. Cet inconvénient existe surtout dans les parties lointaines de l'Empire.

Jusqu'à ces derniers temps, les provinces voisines du Tonkin restaient encore beaucoup moins visitées que les provinces côtières ou septentrionales de la Chine. Elles sont représentées dans une carte au $\frac{1}{2.000.000}$ qui a été dressée par M. le capitaine Friquegnon, et publiée par le Ministère des Colonies (*). En y renvoyant pour la recherche des renseignements qui ne peuvent être donnés dans le présent mémoire, il peut être utile de rappeler le caractère nécessairement provisoire du figuré de terrain dans les parties inexplorées. L'échelle adoptée ne permet pas toujours de reproduire les formes spéciales d'un sol infiniment plus escarpé que celui de la plupart des pays d'Europe, et parsemé d'accidents locaux très accentués, mais de faible étendue.

Des explications sont également nécessaires au sujet des divergences, qu'il est facile de relever dans l'orthographe de noms de localités.

Jusqu'à ce jour aucun accord n'a pu s'établir pour l'écriture des noms chinois. On sait que la langue écrite, uniforme dans tous les pays de civilisation chinoise, ne se compose que de caractères symboliques, et que notre alphabet ne peut reproduire qu'une imitation de la langue parlée. Or la traduction phonétique d'idiomes, qui se composent surtout de modulations appliquées à quelques voyelles, est toujours difficile pour l'Européen. Pour la représenter,

(*) Paris, Librairie Barrière, 21, rue du Bac. La carte au $\frac{1}{12.500.000}$ de l'empire chinois, détachée de l'*Atlas de géographie moderne* par la librairie Hachette, peut être aussi utilisée.

Digitized by Google

chaque voyageur suit, en outre, les procédés orthographiques de sa langue naturelle, et il en résulte souvent d'extraordinaires complications.

Le seul procédé permettant d'établir une écriture fixe consisterait à prendre pour base l'orthographe d'un dictionnaire adopté d'un commun accord. Pour la dénomination des localités figurant sur les projets de chemins de fer, il a été convenu, en Indo-Chine, de s'en rapporter à un excellent ouvrage publié par une réunion de missionnaires du Se-Tchouan, du Yun-Nan et du Kouei-Tcheou (*). Mais l'orthographe de ce dictionnaire n'a pas été suivie sur la carte du Ministère des Colonies. En outre, beaucoup de noms indigènes n'ont pas de représentation connue en caractères chinois. Je dois donc maintenir à chaque localité le nom qui me paraît le plus convenable, d'après mon expérience personnelle. J'indiquerai entre parenthèses l'orthographe de la carte au $\frac{1}{2.000.000}$ du Ministère des Colonies, lorsqu'elle différera notablement de la mienne.

2° **Voyage.** — Le choix de l'itinéraire, qui sera résumé plus loin, a été la conséquence des tracés proposés pour le prolongement des voies ferrées du Tonkin. Ces tracés sont au nombre de deux, et traversent sur le territoire chinois les provinces du Yun-Nan, du Kouei-Tcheou et du Kouang-Si.

Le premier doit relier à l'embouchure du Fleuve Rouge la partie méridionale de la boucle du haut Fleuve Bleu. Celui-ci, formant au nord de Yun-Nan-Sen la frontière de la province du Se-Tchouan, ne se trouve en cet endroit qu'à 700 kilomètres de Haïphong, tandis que son cours se

(*) Hong-Kong, Imprimerie des Missions Étrangères. En dépôt à Paris, au Séminaire des Missions.

Digitized by Google

développe sur plus de 3.000 kilomètres avant d'atteindre la mer de Chine à Chang-Haï. Le tracé maintenant adopté prolonge à partir de Lao-Kay le chemin de fer du Tonkin, suit jusqu'à Sin-Kay le ravin du Fleuve Rouge, et s'élève ensuite transversalement jusqu'à Mong-Tze, d'où il se dirige sur Yun-Nan-Sen par Sing-Chin. Cette partie du tracé ayant été concédée à la France au cours même de mon voyage, la construction vient d'en être votée par le Parlement. Un prolongement ultérieur atteindra probablement le Fleuve Bleu dans les environs de Sui-Fou. En tous cas, les parties centrale et orientale du Yun-Nan et même la partie occidentale du Kouei-Tcheou peuvent être dès à présent considérées comme comprises dans le champ d'exploitation de la ligne de Yun-Nan-Sen. Le rayon d'action d'une voie ferrée principale doit être beaucoup plus étendu qu'en Europe, dans ces pays dépourvus de toute autre voie moderne de communication.

Le second projet, prolongeant en Chine la ligne de Ha-Noï à Lang-Son, est actuellement concédé à la France jusqu'à Nan-Ning. Il pourra plus tard soit se diriger vers le Yun-Nan et le Kouei-Tcheou, soit plutôt atteindre Kouei-Lin-Sen, capitale du Kouang-Si.

Je mentionnerai enfin, pour mémoire, que deux autres concessions de voies ferrées, savoir : la ligne de Pe-Haï (Pak-Hoi) à Nan-Ning, et une ligne transversale dans la presqu'île de Loui-Tcheou (Kouang-Tcheou-Ouan), ont été accordées par la Chine dans la région côtière, en dehors du prolongement immédiat des voies ferrées du Tonkin.

L'étude minière ayant été décidée après le départ de la Mission chargée de l'étude des tracés de chemins de fer, je pus néanmoins la rejoindre à Hanoï le 6 janvier 1898.

Nous commençâmes dès le lendemain à remonter le Fleuve Rouge dans une jonque annamite poussée à la gaffe. C'est le seul moyen de transport utilisable pendant la période des basses eaux, favorable en elle-même aux

Digitized by Google

observations géologiques. Les incommodités réelles de cette lente navigation sont d'ailleurs encore loin d'égaler celles que le voyage en Chine réserve au géologue européen. La Mission parvint ainsi, le 20 janvier, à Lao-Kay, d'où elle se dirigea sur Mong-Tze. Je restai en arrière pour entreprendre l'étude de la région frontière avec le concours de M. le lieutenant-colonel Ecorsse (*).

J'entrai ensuite en Chine avec M. le lieutenant-colonel Gosselin par Sin-Kay et Man-Hao. Dès le début de ses opérations, la mission Guillemoto se trouvait immobilisée à Mong-Tze (Mon-Tze) par la résistance des autorités chinoises. En effet, le texte de nos passe ports portait simplement que nous étions autorisés à voyager pour *Tcha-Kan-Ke-Tcheu*, c'est-à-dire pour examiner méthodiquement la configuration du sol. Toutes les expressions chinoises destinées à traduire nos termes scientifiques ou techniques ne sont ainsi presque toujours que des métaphores de convention. Il est facile de les rendre illusoires en prenant dans leur sens littéral les mots qui les composent. Il n'était pas stipulé que nous pourrions toucher au sol en le regardant. Les mandarins en profitaient pour interdire l'emploi des petits piquets, pour empêcher les topographes de sortir des sentiers ; et, quelques jours avant notre arrivée, un général de brigade avait été solennellement brûler la baraque qui devait abriter les opérateurs dans la vallée déserte du torrent de Sin-Chiem.

Au bout d'un mois d'attente, la résistance s'atténua sur la nouvelle que la voie ferrée venait d'être, en principe, concédée à la France.

Dans ces conditions, l'exploration géologique et minière ne pouvait compter sur la liberté ordinaire dans les pays soumis aux usages européens. Les coutumes locales permettent heureusement la recherche des fossiles, qui

(*) Gisements de houille et de fer.

Digitized by Google

sont employés dans la pharmacie chinoise (*); mais je dus m'astreindre à voyager sous un régime entièrement analogue à celui d'un inculpé qui serait transféré en France, de brigade en brigade, sous l'escorte bienveillante de la gendarmerie. C'est d'ailleurs l'explication souvent donnée aux populations chinoises pour leur faire accepter le passage des Européens.

Toute les observations qui vont suivre n'ont été faites que pendant la marche lente, mais continue, d'une caravane parcourant chaque jour de 20 à 30 kilomètres sur les pistes souvent escarpées qui constituent les seules routes du pays. Des soldats de l'origine et de l'aspect le plus divers, se relayant souvent plusieurs fois par jour, suivent pas à pas l'Européen pour assurer sa sécurité et surveiller sa conduite. Tel est le régime auquel les traités conclus avec la Chine soumettent légalement l'explorateur.

Le temps manquait donc souvent pour étendre le champ des observations. Leur vérification ne pouvait être obtenue que par des comparaisons heureusement facilitées par la dénudation exceptionnelle du pays. Tout travail de recherche même superficiel était d'ailleurs interdit à la fois par le texte du passeport, par les instructions écrites données aux soldats et par l'hostilité laissée dans le pays à la suite de tentatives d'acquisition des mines antérieures à mon voyage.

Je dois dire, d'ailleurs, que les travaux d'exploitation exécutés par les habitants sont tellement nombreux qu'on peut souvent les considérer comme équivalents aux recherches superficielles qu'on entreprend en France avant de créer une concession minière.

J'explorai dans ces conditions la région de Mong-Tze (**).

(*) Ils proviennent, en général, d'un niveau phosphaté dévonien, qu. a ainsi fourni les premières espèces déterminées à la suite du voyage de M. F. von Richthofen.

(**) Gisements de houille, de lignite, d'étain, de cuivre, d'antimoine, de plomb argentifère, traces de mercure.

Digitized by Google

A l'est, une course de huit jours traversa le Fleuve Rouge par So-Pou-Ti, Hong-Chouen-Li et Ma-Lou-Tan. Elle se termina par une attaque des ouvriers descendus des mines d'étain de Tze-Men-Tong.

Une autre course de même durée passa au Sud dans la vallée du Sin-Chiem-Ho (tracé du chemin de fer) et revint à Mong-Tze par Ta-O-Tze et Tsi-Lou-Pe, où nous fûmes encore attaqués toute une nuit.

Une troisième course de même durée fut faite au Nord-Ouest par Ko-Tiou, centre des mines d'étain, et Mien-Tien.

Ayant fait encore quelques courses complémentaires dans les environs, je quittai M. de la Batie, qui m'avait offert au Consulat la plus aimable hospitalité, et je me rendis en quatorze jours à Yun-Nan-Sen, en passant par A-Mi, Mi-Leu (Mi-Lo), Lou-Nan et I-Léang (Y-Liang-Hien) (*). Après un arrêt imposé par la saison des pluies et par diverses conférences avec une Commission chinoise, je quittai définitivement la mission des chemins de fer, je visitai la région située au Sud-Est de Yun-Nan-Sen, jusqu'au-dessus de Ching-Sin, avec le concours de M. Bailly, missionnaire (**).

J'entrepris ensuite un voyage circulaire de deux mois et demi jusqu'au-delà du fleuve Bleu, sur la bordure du Se-Tchouan, par Toung-Tchouan (Toung-Tchuan), Houei-Li, Iun-Pe (Young-Pei), Ta-Li, Tchen-Nan, He-Tsin, Lou-Fong, et retour à Yun-Nan-Sen (***).

C'est à partir de ce moment que M. le Vicomte de Vaulserre, ancien officier de cavalerie, voulut bien se charger d'établir l'itinéraire topographique de notre voyage (****).

(*) Gisements de houille, de cuivre et de cobalt.
(**) Fer et cuivre.
(***) Houille, cuivre, cobalt, arsenic, sel.
(****) Ce travail a été exécuté sur le terrain avec une conscience à

Digitized by Google

Dans la région du Fleuve Bleu, nous avions déjà dû tenir compte du voisinage des indigènes insoumis, du brigandage qui subsiste toujours sur les frontières des provinces, et surtout des débuts de la révolte dirigée au Se-Tchouan contre les Européens. Au Yun-Nan, les rebelles, installés depuis longtemps dans la partie occidentale du Kouang-Si, venaient de s'étendre jusqu'à 60 kilomètres de Mi-Leu. L'agitation se manifestait à Yun-Nan-Sen, et les insultes habituelles prenaient une vivacité présageant nettement les événements qui se sont produits par la suite. Mon voyage au Kouei-Tcheou étant annoncé depuis longtemps, je pris le parti d'éviter la route directe, pour traverser surtout les pays occupés par les indigènes. Grâce au concours des missionnaires, qui les connaissent, nous arrivâmes à Kouei-Yang-Sen en trente-cinq jours par Lou-Nan, Hing-Gni et Ngan-Chuen (Ngan-Choun) (*), à travers un temps de neige fondue et des passages difficiles qui entraînèrent une grande perte de chevaux. Avant notre arrivée à Kouei-Yang, les mandarins avaient déjà reçu la nouvelle que nous avions été tués à Pou-Ngan, ville située sur l'itinéraire que nous venions d'éviter. L'état de notre santé nous fit grandement apprécier l'accueil excellent de Mgr Guichard, évêque du Kouei-Tcheou, et de ses missionnaires; mais M. Monod dut rentrer au Tonkin par Tchong-King.

L'appui des autorités provinciales du Kouei-Tcheou nous permit alors de continuer notre voyage par voie de terre jusqu'à Kouei-Lin. Il n'existe pas de route de caravane dans cette région, couverte d'indigènes hostiles à la pénétration chinoise, qui sont désignés sur les cartes

---

laquelle je suis heureux de rendre hommage. Une erreur d'impression porte à $\frac{1}{1.000.000}$ l'échelle de la publication qui en a été faite aux frais de M. de Vaulserre. L'échelle est en réalité de $\frac{1}{855.421}$.

(*) Houille et mercure. Cuivre, zinc et plomb, à l'est de Kouei-Yang.

Digitized by Google

sous le nom de Seng-Miao-Tse, terme de mépris que les Chinois donnent indistinctement aux races indigènes les plus diverses. Celle qui occupe la frontière occidentale du Kouei-Tcheou possède encore un territoire très étendu, dont elle interdit l'accès aux Chinois, et à plus forte raison aux voyageurs étrangers. Elle était donc peu connue en Europe avant notre voyage (*). Ses relations avec les mandarins s'étant améliorées, une ligne de postes militaires venait d'être établie le long de la rivière de Kou-Tchou pour garder cette voie de communication fluviale. Les mandarins nous firent voyager entre ces postes, en réparant sommairement les sentiers du pays. Nous atteignîmes ainsi Kouei-Lin-Sen par Tou-Yun, San-Kio, Kou-Tchou, Tchang-Gan et Iung-Lin (Iong-Ning), en traversant un grand nombre de fois la rivière de Kou-Tcheou. Une forte escorte nous permit seule d'accomplir ce trajet.

Elle fut encore portée jusqu'à 250 hommes par les autorités provinciales du Kouang-Si, qui nous firent aussi un excellent accueil. Après quelques jours d'arrêt à Kouei-Lin-Sen, nous traversâmes toute la province du Nord au Sud, pour revenir au Tonkin par Lieou-Tcheou, Nan-Ning et Long-Tcheou. Nous reçûmes dans cette dernière ville l'hospitalité de M. le consul Guillien.

La longueur du voyage et le changement d'altitude avaient tellement éprouvé nos domestiques du Yun-Nan que nous ne pûmes parvenir au chemin de fer de Lang-Son qu'en faisant porter nos bagages et plusieurs de nos hommes par les soldats réguliers du général Sou. Nous reçûmes ainsi, des autorités chinoises, dans les dernières parties de notre voyage, autant d'appui que nous avions rencontré d'hostilité en entrant en Chine.

(*) Elle présente tous les caractères de la race malaise, dans un état de prospérité et de civilisation assez avancé.

Digitized by Google

Il est d'ailleurs bien évident que l'existence d'un étranger dans les parties lointaines du pays ne peut se soutenir que par la bonne volonté réelle, quoique limitée, des autorités locales. Les escortes nous ont été souvent utiles pour la recherche des fossiles.

Après avoir fait part de nos résultats à M. le Gouverneur général Doumer, et reçu encore pendant quinze jours l'accueil cordial de M. Dardenne, Directeur des Travaux publics du Tonkin, nous avons enfin visité les gisements houillers de la côte, en compagnie de M. Lefebvre, ingénieur colonial et ancien élève de l'École des Mines de Paris.

Les échantillons que nous transportions avec nous depuis six mois ont alors été réunis à ceux qui, expédiés de Yun-Nan-Sen, avaient été conservés à Hanoï par les soins de M. Guillemoto. Leur poids total s'élevait à plus d'une tonne. Il paraît utile de mentionner les précautions qui ont été prises pour assurer leur authenticité, malgré les difficultés exceptionnelles du transport. Ils étaient tous marqués à l'encre de Chine, le climat ne permettant pas l'emploi des étiquettes, et emballés dans des caisses pesant au plus 35 kilogrammes, ce poids constituant la moitié de la charge d'un cheval et dépassant même la charge moyenne d'un porteur.

Pour éviter l'ouverture par les douanes intérieures, ou « likins », ces petites caisses étaient entourées de bandes officielles fournies par les mandarins. Elles ont pu ainsi arriver sans aucune avarie jusqu'au Tonkin, où elles ont été réunies telles quelles en colis de plus grande dimension.

Ceux-ci ont été remis à M. le Gouverneur général de l'Indo-Chine, qui les a directement expédiés à M. le Ministre des Colonies. L'ouverture n'en a été faite qu'à Paris par les soins du service géographique du Ministère,

Digitized by Google

qui a lui-même transmis les échantillons au Service de la Carte géologique de France (*).

Je dois maintenant, avant tout exposé, rapporter à l'appui et aux travaux de MM. Michel Lévy, A. Carnot, Douvillé, Zeiller, Marcel Bertrand, Lacroix et Cayeux, la valeur démonstrative des résultats obtenus.

Sauf le Delta du Tonkin, toute la contrée comprise entre le Fleuve Bleu et le Fleuve Rouge est un pays d'une accidentation escarpée, très différente de celle des régions montagneuses d'Europe. Son modelé et son relief résultent d'un ensemble de faits stratigraphiques, tectoniques et orogéniques, qui se présentent simultanément à l'observateur, mais qui doivent être exposés séparément.

CHAPITRE II.

CLASSIFICATION STRATIGRAPHIQUE.

Pour la description des horizons qui se rencontrent depuis les régions les plus basses du Tonkin jusqu'à 3.000 mètres sur les bords du Fleuve Bleu, je suivrai constamment l'ordre ascendant.

A. **Terrains cristallophylliens.** — Le soubassement des régions hautes du Tonkin, reconnu depuis longtemps le long des rivières, consiste en roches dites gneissiques, qui présentent partout les indices les plus nets d'une stratification d'ensemble. A mesure qu'on s'élève jusqu'à des niveaux qui peuvent atteindre 1.500 mètres dans l'in-

(*) Les principaux échantillons de minerais ont été placés dans le pavillon de l'Indo-Chine, à l'Exposition de 1900.

Digitized by Google

térieur du Tonkin(*), on voit la roche passer du gneiss granitoïde au gneiss glanduleux, puis prendre une texture finement rubanée, et se transformer en micaschiste alternant avec des veines purement quartzeuses. Des cipolins et des amphibolites sont souvent intercalés dans les zones supérieures.

Je signalerai d'abord comme un fait capital que tous les échantillons gneissiques recueillis pendant le cours de mon voyage, et soumis à l'examen de MM. Michel Lévy et Lacroix, avec les roches éruptives qui apparaissent en profondeur, en ont été séparés par eux, et classés comme schistes anciens micacés et feldspathisés, identiques à plusieurs des types de Saint-Léon (Allier) (**). Le type par superposition domine dans les horizons supérieurs, par exemple à 800 mètres dans la vallée du Sin-Chiem-Ho (***). Le type par juxtaposition se rencontre au-dessous, par exemple à 650 mètres dans la même vallée. Au niveau du Fleuve Rouge, dans la même région, par exemple à 150 mètres auprès de Lao-Kay, on trouve un granite éruptif à mica noir.

« Il est intéressant de noter que, dans la région stanni-
« fère de Ko-Tiou, les schistes granitisés apparaissant en
« bordure du bassin lacustre de Mong-Tze, et traversés par
« une pegmatite à tourmaline, renferment eux-mêmes,
« à l'altitude de 1.600 mètres, de la tourmaline et du
« sphène (***).

« Dans les régions d'épanchements mélaphyriques des
« bords du Fleuve Bleu, la roche de profondeur est une

(*) Et même 2.000 mètres entre le Fleuve Rouge et le Mé-Kong.

(**) Extrait de la note du 29 janvier 1900, par MM. Michel Lévy, Lacroix et Leclère.

(***) Cette vallée doit être suivie par le chemin de fer de Hai-Phong à Yun-Nan-Sen pour l'ascension, entre le Fleuve Rouge et la région haute de Mong-Tze.

(***) Toutes les déterminations pétrographiques sont extraites textuellement de la Note du 29 janvier 1900.

Digitized by Google

« diorite à bitownite, passant à des amphibolites nette-
« ment schisteuses. Cette diorite renferme des filons d'une
« roche à *deux temps*, composée de microgranulite à
« amphibole, avec mica noir, oligoclase et pyrite. »

Entre le Kin-Ho ou Ia-Long-Kiang, affluent Nord-Sud du Fleuve Bleu, et la rivière parallèle de Houei-Li, prolongeant le cours supérieur du An-Ning-Ho, l'arête principale de la boucle du Fleuve Bleu est formée par un
« massif de leptinite à quartz vermiculé très abondant,
« renfermant, à l'Est de Houei-Li (Tcheou), des dikes
« puissants de syénite néphélinique et d'œgyrine. Acces-
« soirement apparaissent une amphibole de la famille de
« l'arfvedsonite, une lépidomélane, du sphène, de la so-
« dalite et de la cancrinite. En outre, un des échantillons
« a présenté un minéral probablement nouveau associé à
« l'œgyrine, sensiblement rhombique, à biréfringence de
« 0,03, avec deux clivages rectangulaires parallèles à
« l'allongement. La bissectrice positive coïncide avec cet
« allongement ; les axes optiques font un petit angle ; le
« minéral est incolore et assez réfringent. Ces propriétés
« éliminent tous les minéraux incolores en lames minces
« des syénites néphéliniques déjà étudiés. »

Le passage entre les provinces du Kouei-Tcheou et du Hou-Nan de la grande zone d'affaissement de l'Asie orientale, dont il sera question plus loin (arc du Hou-Kouang de M. de Richthofen), est marqué par l'apparition d'un granit à grands cristaux chargé de biotite autour duquel on trouve encore des schistes granitisés. Ceux-ci apparaissent encore au Kouang-Si, à la base des strates précambriennes, au Nord-Est de Nan-Ning, comme au Sud du Se-Tchouan, dans la région du Fleuve Bleu.

D'après mes observations, l'horizon géologique atteint par la feldspathisation varie suivant les régions.

M. de Richthofen l'a élevé jusqu'au carboniférien sur la bordure Nord du Se-Tchouan, à la source de la rivière Han.

Digitized by Google

M. von Loczy ne la reconnaît que jusqu'au silurien, et croit devoir émettre quelques doutes au sujet du classement des schistes de Han-Tschung (*).

Il est de fait que la région de Ta-Li, que j'ai visitée après M. von Loczy, permet cette hésitation. Mais, dès les débuts de mon voyage, j'ai rencontré au Tonkin des veines de houille dans un terrain identique à ces schistes, et surmonté par le calcaire carbonifèrien supérieur. Je partage donc l'appréciation de M. de Richthofen.

B. **Système Précambrien.** — Le système précambrien apparaît relevé suivant des affleurements Nord-Sud sur la bordure Ouest du noyau de leptinite latéral au Kien-Kiang. Il prolonge ainsi les affleurements déjà classés comme antésiluriens par M. L. von Loczy (**), à l'Est de Ta-Tsien-Lou. On le rencontre aussi sur la bordure du massif feldspathisé de Ta-Li. C'est la grande formation sinienne de M. de Richthofen. Je l'ai retrouvée avec des caractères tout à fait identiques, mais avec un développement beaucoup plus considérable, entre le Kouei-Tcheou et le Kouang-Si, où elle constitue la grande arête rectiligne qui marque le passage de la zone d'affaissement dite du Hou-Kouang.

Le même terrain constitue en profondeur le soubassement de toute la partie centrale du Kouang-Si, et apparaît fréquemment dans le lit des fleuves entre Kouei-Lin-Sen et le Si-Kiang.

L'horizon supérieur est formé par un quartzite rubané noir et blanc, souvent presque vitreux, et d'une grande dureté. La masse principale, atteignant environ 600 mètres de puissance à l'Ouest de Hoai-Iuen, se compose uniformément de phyllades quartzeux, gris verdâtre en pro-

(*) V. Loczy, *in* Szechenyi, p. 467, 468.
(**) V. Loczy, *in* Szechenyi, p. 788.

Digitized by Google

fondeur, peu micacés, très durs et parfois pyriteux. Les niveaux supérieurs sont souvent très fortement rubéfiés, surtout au Yun-Nan, dans la région de Ta-Li.

L'analogie d'ensemble avec le précambrien de Bretagne et des Ardennes est souvent frappante. Je n'ai nulle part retrouvé au-dessus de ces couches précambriennes l'horizon fossilifère silurien signalé d'ailleurs rarement par M. L. von Loczy. Les débris de *Trilobites* découverts par lui dans la région de Young-Tchang (Yun-Nan occidental) (*) n'ont pas été considérés comme déterminables par Barrande. Ils accompagnent cependant des débris d'*Hemicosmites* considérés comme siluriens, et semblables à ceux qui ont été découverts par Fr. Nœtling, à l'Est de Mandalay (Birmanie) (**).

Pour ma part, j'ai constaté souvent entre Lieou-Tcheou et le Tonkin que, dans toute la partie centrale du Kouang-Si, le quartzite rubané précambrien est en contact immédiat avec un calcschiste rose ou brun, avec fossiles dévoniens.

J'ai vu cependant à Kouei-Yang des schistes à *Graptolites* provenant de la zone classée silurienne par M. de Richthofen, sur la rive droite du Fleuve Bleu, entre Koui-Tcheou et Tchoung-King ; mais il ne me paraît pas établi que les dépôts siluriens aient atteint le centre du Yun-Nan et du Kouei-Tcheou.

M. L. von Loczy signale lui-même qu'il a cru parfois devoir attribuer au silurien des couches qui, d'après les résultats antérieurs de M. de Richthofen, pouvaient être considérées comme dévoniennes (***).

C. **Système Dévonien.** — Le système dévonien paraît avoir été compris par M. de Richthofen parmi les calcaires glo-

(*) Szechenyi, p. 767.
(**) Szechenyi, p. 791.
(***) Szechenyi, p. 792.

Digitized by Google

bulitiques supérieurs de la formation sinienne, lorsqu'il n'en était pas séparé par l'horizon fossilifère silurien.

D'autre part, à la suite de l'expédition française du Me-Kong, qui n'a pu rapporter que des indications géologiques très incomplètes, tous les massifs calcaires du Yun-Nan ont été figurés comme dévoniens sur l'essai de carte géologique dressé par le Dr Joubert et le Dr Sauvage (*). Il en résulte que, sur la carte d'ensemble établie par M. L. von Loczy en réunissant ces résultats antérieurs à ses propres observations, le système dévonien semble apparaître subitement dans les régions septentrionales du Yun-Nan, et manquer dans tout le reste de la Chine. M. von Loczy fait d'ailleurs toutes réserves au sujet du classement adopté par le Dr Joubert, et il émet l'opinion que le calcaire du Yun-Nan doit être carboniférien (**). J'ai constaté qu'il appartient aux horizons les plus divers, depuis le dévonien jusqu'au lias.

En réalité, la formation dévonienne paraît être représentée d'une manière très étendue en Chine et en Indo-Chine, au moins par son horizon supérieur soudé à la base du système carboniférien.

M. von Loczy a d'ailleurs découvert deux gisements caractéristiques. Le premier, dans la chaîne du Tsin-Ling, près de la source de la rivière Kia-Lin-Kiang (***), lui a fourni les fossiles ci-après:

Spirifer aperturatus Schl. ;
Waldheimia Whidbornei Dav. ;
Pentamerus brevirostris Phill. ;
Megalodus (sp. ind.) ;
Cypricardinia scalaris Phill. ;
Favosites reticulatus Blainv. sp. ;

(*) Francis Garnier, *Voyage d'exploration de l'Indo-Chine en* 1866-1868, Paris, 1873. *Géologie*, par le Dr Joubert.
(**) Szechenyi, p. 793.
(***) *Id.*, p. 432-435 ; et vol III, p. 22 et suiv

Digitized by Google

Stromatopora concentrica Goldf.

Ces espèces se rencontrent dans un schiste argileux surmonté de grès avec houille, puis de calcaire carbonifférien.

Le second gisement se trouve à l'Ouest du Se-Tchouan, à Hoa-Ling-Pou, vallée du Lou-Kiang, vers 2.466 mètres d'altitude (*). M. von Loczy le classe dans le dévonien, d'après les déterminations suivantes :

Actinopteria? densiradiata Loczy n. sp.;
Camarophoria Setschuenensis Loczy n. sp.;
Rhynchonella cf. *elliptica* Schnur.;
Atrypa sp. indet.;
Spiriferina? sp. indet.;
Spirifer undiferus Roem.;
Spirifer cf. *elegans* Steininger;
Spirifer sp. indet.;
Athyris sp. indet.;
Orthotetes sp. indet.;
Pentamerus galeatus Dalm.;
Chonetes orientalis Loczy n. sp.;
Favosites Goldfussi d'Orb.;
Favosites cervicornis Blainv.;
Favosites asteriscus Frech n. sp.;
Alveolites reticulatus Stein;
Cyathophyllum Loczyi Frech n. sp.;
Haplothecia? sinensis Frech (sp.);
Graptolithus?

J'ajouterai qu'au Chansi le *Spirifer Verneuili* a été trouvé dans un grès à magnétite (**).

Mes observations s'appliquent à trois horizons distincts:

Au Yun-Nan, à 10 kilomètres à l'Est de Tien-Sen-Kouan, près Lou-Nan, nous avons rencontré, dans un

(*) *Loc. cit.*, p. 682-683; et vol. III, p. 27 et suiv.
(**) De Lapparent, *Traité de Géologie*, édition de 1900, p. 866.

Digitized by Google

calcschiste, des fossiles très bien conservés, qui ont été déterminés ainsi qu'il suit, par M. Douvillé (*) :

« *Atrypa explanata* Schl. ;

« *Rhynchonella Huoti* de Vern. et Keys. (*Russie*, p. « 81, Pl. X, *fig.* 4, *a*, *b*), exemplaires deux fois plus « grands que le type ;

« *Rhynchonella pugnus* Sow. ;

« *Spirifer pachyrhynchus* de Vern. et Keys. (Russie), « exemplaire un peu plus grand que le type ;

« *Spirifer tentaculum* de Vern. et Keys. (*Cyrtia striata* « de Buch, non *Sp. striatus* Martin) ; ce fossile présente « des caractères analogues à ceux des *Syringothyris ;*

« *Orthis ;*

« *Cyathophyllum* nov. sp. ;

« *Chœtetes.*

« Cette faune présente une analogie frappante avec celle « des couches à *Stringocephalus Burtini* de l'Oural et « représente l'étage dévonien moyen. »

Au-dessus de cet horizon et au-dessous de la formation carboniférienne, les alternances de schistes et de calcaires qui constituent, à l'Ouest de Lou-Nan, la bordure du bassin de Yun-Nan-Sen, m'ont fourni de nombreux fossiles, qui comprennent, d'après M. Douvillé :

« *Atrypa explanata* Schl. ;

« *Rhynchonella Omaliusi* Gosselet ;

« *Rhynchonella letiensis* Goss. »

J'ai rencontré, entre ces deux horizons caractérisant le dévonien supérieur, des plaquettes de calcaire oolithique qui répond bien au type globulitique de M. de Richthofen.

Au Kouang-Si et au Tonkin, le dévonien m'a paru exister constamment à la base du carboniférien. Les fossiles caractéristiques se rencontrent dans un calcschiste superposé au précambrien, à T'sien-Kiang, sur les bords

(*) Note du 26 février 1900.

Digitized by Google

du Hong-Choui-Kiang. Dans la région de Nan-Ning, le dévonien apparaît sous la forme d'un calcschiste rose, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, superposé au précambrien, et exploité comme marbre aux environs de la ville. Un calcaire semi-cristallin, pouvant acquérir une puissance d'au moins 100 mètres, surmonte ce calcschiste et constitue les escarpements dans lesquels coule la rivière de Long-Tcheou, dite Tso-Kiang. Il forme la base des pitons carboniférien situés entre Long-Tcheou et Lang-Son. Près de la frontière et notamment au camp chinois de Lien-Tchen, il est très cristallisé et ne renferme souvent aucun fossile visible. Examiné au microscope par M. Cayeux, il apparaît nettement comme une oolithe en voie de régression cristalline (*).

J'ajouterai que, d'après un sondage exécuté à Haï-Phong, il me semble que l'horizon fossilifère du dévonien supérieur y existerait à une centaine de mètres de profondeur. Il a été retrouvé et reconnu comme horizon phosphaté sur la bordure du Delta, au Sud-Ouest de Hanoï.

D. **Système Carboniférien.** — 1° *Carboniférien inférieur.* — Le passage des horizons dévoniens aux horizons carboniférien ne se manifeste par aucune discontinuité. Depuis le golfe du Tonkin jusqu'au Fleuve Bleu, il est caractérisé par un horizon de phtanites, en couches minces, qui alternent avec un calcaire plus ou moins argileux, parfois gris, souvent fuligineux, et la plupart du temps finement rubané (**). Ce calcaire est très souvent fissile en pla-

(*) La région est criblée d'un porphyre à quartz globulaire, à grands cristaux d'albite (porphyre de Yang-Tze-Lan), qui a été déterminé par MM. Michel Lévy et Lacroix. Il se rencontre jusqu'à l'embouchure du Fleuve Rouge

(**) On peut le rencontrer à l'embouchure du Fleuve Rouge, au port de l'île de Cac-Ba. Un échantillon m'en a été montré par M. Luc, directeur de la Mine de Hon-Gay.

Digitized by Google

quettes dont on fait un usage étendu au Yun-Nan pour la toiture et les dallages.

Au-dessus de ce premier horizon, on rencontre, sur un assez grand nombre de points, une formation gréseuse et schisteuse, qui renferme des couches de houille souvent très régulières, mais fréquemment cendreuses.

Les niveaux de schistes charbonneux sont pétris de *Stigmaria* (échantillon de Siao-Choui-Tsin, déterminé par M. Zeiller).

J'ai rapporté de Lan-Mou-Tchang (Kouei-Tcheou, mines de houille et de cinabre) des schistes appartenant au carboniférien inférieur, comme l'a indiqué M. Douvillé (schistes à *Orthotetes crenistria*).

Les premiers temps de la période carboniférienne ont été marqués par des phénomènes éruptifs d'une importance et d'une extension très remarquables.

Un immense épanchement de lave ancienne, parti surtout de la bordure méridionale du massif cristallin du Se-Tchouan, s'est étendu jusqu'aux environs de Yun-Nan-Sen et sur la partie septentrionale du Kouei-Tcheou. Des épanchements analogues paraissent exister en Annam. La même roche a été découverte en Cochinchine et décrite par M. Petiton (*).

MM. Michel Lévy et Lacroix la définissent ainsi qu'il suit : « Mélaphyre labradorique : Grands cristaux de péri-« dot transformé en bowlingite, d'augite, de labrador non « zoné, à éclat vitreux. Microlites de labrador et d'augite « à structure fluidale, disséminés dans un verre altéré « riche en cristallites de magnétite. »

Dans les hautes falaises qui bordent le Fleuve Bleu, au Nord de Toung-Tchouan, la roche présente nettement la structure basaltique, tout en restant divisée en nappes

(*) Petiton, *Géologie de l'Indo-Chine*. Paris, 1895, avec Atlas.

Digitized by Google

épaisses par une sorte de stratification horizontale. Elle repose alors directement sur la diorite.

Les parties moins centrales du même épanchement, souvent amygdaloïdes, sont définies ainsi qu'il suit par MM. Michel Lévy et Lacroix :

« Porphyrites andésitiques moins basiques, à structure « microlitique, parfois enchevêtrée, parfois cristallitique, « arborisée ou variolitique. Microlites d'oligoclase et d'au- « gite, parfois d'andésine, dans un magma vitreux, souvent « transformé en chlorite, avec sphène secondaire et pro- « duits ferrugineux. Les mêmes roches apparaissent « encore près de Mei-Tchaï, au passage de la rivière de « Kou-Tchou, dans la zone de fracture du Hou-Kouang. « Elles s'y trouvent aussi à l'état de brèches. »

L'âge de cette éruption est des plus certains.

A Tou-Tza, la roche est épanchée à quelques mètres au-dessous des couches de houille. Dans beaucoup de localités du Yun-Nan septentrional et jusqu'auprès de Ta-Li, la porphyrite porte des pitons découpés par l'érosion dans le calcaire carboniférien.

Enfin, les produits secondaires de l'épanchement ont formé un niveau de diabases et de roches vertes variées, que M. von Loczy a observées au Nord du Fleuve Bleu et au sujet desquelles il écrit (*) :

« Nach meinem Erfahrungen, bildet der Carbonkalk die « auf die Diabaseruptionen folgenden, weniger gestor- « ten Ablagerungen, und scheinen dieselben ueber die « aelteren Sedimente zu transgrediren. »

J'ai constaté que l'horizon chargé de débris amphiboliques, et la plupart du temps transformé par métamorphisme en une roche verte grossière, s'étend jusqu'au Tonkin.

(*) *In* Szechenyi, p. 779. Le calcaire superposé a été classé carboniférien d'après une détermination de M. Schwager, portant sur une *Schwagerina craticulifera* Möller, recueillie par M. v. Loczy à I-Yang-Tang. Voir p. 746.

Digitized by Google

On l'observe sur les bords du Fleuve Rouge, entre Yen-Bay et Lao-Kay, suivant constamment des couches de houilles cendreuses qui le surmontent. Il constitue dans ces régions un repère précieux en présence de la rareté des indications paléontologiques. On retrouve ainsi à 1.200 kilomètres de distance, au même horizon géologique, précisément le facies des schistes de Han-Tschung classés par M. de Richthofen (*).

2° *Carboniférien supérieur.* — Une formation calcaire très régulière surmonte la zone houillère inférieure schisteuse et gréseuse devenue souvent gneissique. Ce calcaire constitue l'horizon géologique le plus constant de toute la contrée. La base est formée par les calcaires fétides, compacts, d'un noir bleuâtre, parsemés de fossiles spathisés, qu'on rencontre dans le dallage de la cathédrale d'Hanoi et dans le pavage des rues de Yun-Nan-Sen. C'est l'horizon de marbre noir de la montagne de l'Éléphant, près Hai-Phong, où M. Douvillé a reconnu précédemment (**) :

« *Spirifer mosquensis ;*
« *Athyris ;*
« *Pentremites ;*
« *Lophophyllum ;*
« *Syringopora* cf. *geniculata.* »

Les calcaires noirs à polypiers que j'ai rapportés de Kouei-Lin-Sen et Tchouang-Chan (Kouang-Si) ont aussi été rapportés par M. Douvillé au carboniférien supérieur. Ils renferment :

« *Fusulina ;*
« *Schwagerina princeps ;*
« *Syringopora ;*
« *Peronella.* »

Le calcaire noir à polypiers de la baie d'Along et celui

(*) *Schistes chloritisés avec épidote.* Szechenyi, p. 465.
(**) *Bull. S. G. F.*, 3e sér., t. XIV, p. 448, 19 avril 1886.

Digitized by Google

des premiers rapides du Fleuve Rouge font aussi partie du même groupe carboniférien supérieur (*).

Ces déterminations éclairent la question de l'existence possible de la houille carboniférienne inférieure dans ces régions. Les négations théoriques émises par les géologues du Tonkin étaient fondées tantôt sur l'assimilation de l'horizon calcaire au Calcaire Carbonifère du Nord de la France, tantôt sur l'attribution des régions métamorphisées aux terrains éruptifs, tantôt sur l'extension, envisagée par M. Sarran, d'une formation tertiaire comprenant la plupart des terrains houillers du Tonkin, sauf les gisements de la côte (**).

E. **Système Permien.** — Le dépôt des calcaires s'est prolongé pendant l'époque permienne en continuant la formation carboniférienne. Ce fait est établi par les déterminations suivantes, faites sur nos échantillons, par M. Douvillé :

« 1° Marbre grisâtre de Yun-Nan-Y, près Ta-Li-Fou.
« *Littorina* (*Eunema*) ;
« *Straparollus ;*
« Articles d'Encrines ;
« *Pachypora* cf. *jabiensis* Waagen ;
« *Stenopora* (*Geinitzella*) cf. *crassa* Lonsdale, in
« Waagen (calcaire à Productus de l'Inde) ;
« *Stenopora* sp. ;
« *Peronella ;*
« *Eudea.*
« Cette faune est principalement composée de petits

(*) Il faut également en rapprocher les calcaires à *Productus* et *Schwagerina* de Luang-Prabang, signalés par M. Counillon. D'après l'examen que M. Douvillé a pu en faire, il s'agit très probablement, dans ces calcaires, de *Schw. princeps.*

(**) Sarran, *Revue Indo-Chinoise*, n° 18, du 20 février 1899. Ce mémoire résume les connaissances géologiques au Tonkin avant mon voyage.

Digitized by Google

« Polypiers (*Favositidés* ou *Multiporidés*) et de Spon-
« giaires rameux ; les caractères internes sont médio-
« crement conservés et, par suite, les déterminations
« rigoureuses sont extrêmement difficiles.

« La présence du genre *Stenopora* nous paraît à peu
« près certaine, ce qui nous conduit à rapprocher cette
« faune du Permien de Russie et du Calcaire à Produc-
« tus de l'Inde. En particulier, des formes très analogues
« ont été figurées par Waagen, provenant de la localité
« de Jabi (Calc. à Productus supérieur).

« Toutefois, de petits Polypiers analogues ont été
« figurés par Loczy (*Favosites reticulatus*, *Stromatopora*
« *concentrica*), comme venant du dévonien de Pej-Suj-
« Kiang (Kan-Sou) (*).

« 2° Schistes de Ngan-Tchouang-Po (Kouei-Tcheou).

« *Spiriferina cristata;*

« *Productus intermedius;*

« *Chonetella*;

« *Fenestella;*

« *Favosites.*

« Le *Spiriferina cristata* présente de très grandes
« variations dans la grosseur et dans le nombre des per-
« forations qui varient de 25 à plus de 100 par milli-
« mètre carré. Les *Productus* appartiennent au groupe
« du *Pr. intermedius* du Permien de Djoulfa; ils sont
« malheureusement presque toujours incomplets ou défor-
« més. Une troisième forme est voisine des *Chonetes*, et
« le moulage interne d'une valve dorsale présente les
« caractères du genre *Chonetella* Waagen.

(*) La position stratigraphique du calcaire de Yun-Nan-Y, à la partie supérieure d'une formation dont la base est classée d'accord avec M. von Loczy comme carbonifèrienne, ne permet pas de considérer ce calcaire comme dévonien. Les affinités permiennes de calcaires classés carboniféries dans la Chine méridionale ont été d'ailleurs signalées par M. v. Loczy. Voir *in* Szechenyi, p. 793.

Digitized by Google

« Cette faune présente des analogies bien nettes avec « le Permien de Djoulfa et avec les calcaires à Produc- « tus de l'Inde. Il faut en rapprocher également le Per- « mien de Louang-Prabang, où M. Counillon (*Comptes « Rendus*, 28 décembre 1896) a signalé également des « couches à *Spiriferina* et à *Productus* épineux; la pre- « mière de ces formes paraît être le *Sp. cristata*, et la « seconde est voisine du *Pr. Abichi* Waagen. Ajoutons « que, sur ce dernier point, une couche de houille de « 1 mètre est signalée dans le voisinage(*).

« 3° *Permien moyen.* — Marbre blanc et marbre jaune « clair de Lou-Nan (Yun-Nan).

« *Athyris* (*Spirigerella*) *grandis* Dav. (in Waagen);
« *Athyris* cf. *media;*
« *Uncinella indica;*
« *Fusulina japonica;*
« *Schwagerina craticulifera;*
« *Schwagerina Verbeecki.*

« Ce niveau, bien caractérisé par l'abondance des « *Schwagerina* et des *Fusulina*, paraît avoir une très « grande extension; il a été signalé sur la côte Ouest de « Sumatra par Verbeeck, et au Nord par Schwager (*in* « Richthofen) et par Lorenthey (*in* Loczy), dans plusieurs « localités de la Chine, Yun-Nan occidental, province du « Hou-Pe et du Kiang-Sou, Nan-King, et jusqu'au « Japon. Par sa faune de Brachiopodes, ce niveau se « rattache, d'autre part, aux calcaires à Productus de « l'Inde et au Permien de Djoulfa. »

Il faut rattacher aux mêmes horizons les couches de houille exploitées près Se-Mao, qui ont été signalées pour la première fois par la Mission Doudart de Lagrée. Le passage de la formation calcaire permienne depuis

(*) Le schiste de Ngan-Tchouang-Po surmonte immédiatement une couche de houille.

Digitized by Google

le Laos jusqu'à l'embouchure du Fleuve Bleu explique l'étendue des régions houillères que j'ai signalées dès les débuts de mon voyage (*).

Le système permien n'a pas encore été distingué au Tonkin. Il peut exister dans les parties supérieures des massifs calcaires, ou avoir disparu par démantèlement. J'estime cependant que la formation calcaire permienne, avec horizons houillers intercalés, n'a jamais eu au Sud-Est du Yun-Nan et du Kouei-Tcheou le développement qu'elle possède dans ces provinces. Il est, en effet, constaté que, sur la côte du Tonkin, le trias inférieur et le rhétien reposent avec un facies littoral et en stratifications discordantes sur le calcaire carboniférien supérieur. Les couches gypsifères et salifères du Permien supérieur manquent certainement dans cette région entre le Trias inférieur et les horizons carboniférien du calcaire à Productus.

4° *Permien supérieur.* — Cet étage, où je n'ai rencontré que des débris de Polypiers, prolonge jusqu'au Laos le bassin salifère du Se-Tchouan (**).

Le terme inférieur apparaît notamment dans les ravins des affluents les plus élevés du Fleuve Rouge. Il se compose de couches épaisses et régulières d'argile compacte, vertes ou noires dans les parties profondes, pénétrées de filonnets gypseux. Les régions altérées prennent souvent une coloration lie de vin caractéristique.

(*) Les indications rapportées dans le même sens par la Mission Doudart de Lagrée, concordant mal avec le classement dévonien des calcaires, avaient paru contestables. Elles se trouvaient infirmées par les renseignements de la Mission lyonnaise. Celle-ci a considéré les gisements houillers comme subdivisés en petits bassins isolés, présumés carboniériens (*Compte Rendu*, par M. Brenier; — début du *Rapport sur les Mines et la Métallurgie*, par M. Duclos). D'autres renseignements rapportés par M. Duclos, et qui m'ont été obligeamment remis, sont, au contraire, des plus intéressants, et seront visés dans la suite du présent mémoire.

(**) Rien ne justifie l'âge cambrien, qui lui a parfois été attribué.

Digitized by Google

Le terme moyen se compose d'alternances rapides de couches de faible épaisseur, jaunes, roses et verdâtres, de grès et de psammites, salifères et gypsifères, renfermant parfois quelques lits de cargneules.

Le terme supérieur est formé par un grès rouge caractéristique, souvent en assises puissantes, à grains fins, complètement dépourvus d'éléments feldspathiques, un peu micacé, et irrégulièrement moucheté d'inclusions d'une argile silicifiée verte ou parfois brune. Des conglomérats peu étendus se rencontrent au sommet de la formation permienne. Ils consistent en galets cimentés par le grès rouge, et formés, suivant les régions de quartz, de porphyrite altérée ou de calcaire carbonifèrien.

F. **Système Triasique.** — Au point de vue purement géologique, il importe de signaler l'extension du trias parmi les massifs calcaires de la Chine méridionale. Ce fait explique l'apparition du trias inférieur et du rhétien dans les régions de la côte du Tonkin, affirmée, antérieurement à mon voyage, par diverses déterminations de MM. Douvillé et Zeiller.

1° *Trias inférieur.* — En concordance avec le permien supérieur, le trias débute par des couches bleuâtres de schiste, souvent fissile et d'aspect ardoisé. Elles sont surmontées d'alternances variées, de grès et de marnes, grises en profondeur, jaunes dans les parties altérées. On y rencontre aussi des lentilles calcaires de faible épaisseur. Les échantillons que j'ai pu rapporter ont fourni à M. Douvillé les déterminations suivantes (*) :

« *A*. Calc ire dur, grisâtre, à Céphalopodes et petits Gas-
« tropodes de Cha-Tze-Kang (près Kouei-Yang, Kouei-
« Tcheou). Il est presque impossible de détacher les fos-
« siles de la roche : par la forme de la coquille et par le

(*) Note du 26 février 1900.

Digitized by Google

« tracé des cloisons, une de ces espèces reproduit presque « identiquement le *Lecanites psilogyrus* Waagen, des « calcaires à *Ceratites* inférieurs de l'Inde (ce rappro- « chement a été indiqué par M. le professeur Haug).

« *B.* Schistes jaunes fins et très tendres de Sui-Long- « Tien, près de Ko-Tiou (Yun-Nan), avec empreintes de « bivalves. L'une de ces empreintes reproduit identi- « quement la figure que Loczy a donnée de la *Myopho-* « *ria Szechenyi* et qui provient de Tschung-Tjen (Yun- « Nan).

« Ces schistes sont d'un noir ardoisé dans les parties « soustraites aux agents atmosphériques. On peut les « rapprocher de celles des environs de Lang-Son avec « *Norites*, et où M. Douvillé a signalé précédemment (*) « des empreintes de *Myophoria* (*M. Goldfussi?*). »

2° *Trias moyen.* — Le trias moyen paraît entièrement calcaire et forme le couronnement d'un grand nombre de régions accidentées. Il est tantôt entièrement gris, tantôt veiné de rose; on peut prendre comme type le calcaire de Mong-Tze. C'est une formation coralligène, dans laquelle les fossiles sont souvent difficiles à découvrir. Quelques parties devenues farineuses par altération, notamment au premier col à l'est de Mong-Tze, sur le chemin de Tche-Tsen, ont fourni un certain nombre de Gastropodes très bien conservés, déterminés ainsi qu'il suit par M. Douvillé :

« *Naticopsis* (*Hologyra*) *declivis* Kittl;

« *Delphinulopsis Cainali* Stoppani (ou *vernelensis* Kittl);

« *Cælostylina ?* cf. *Fedrighini* Stoppani;

« *Pseudomelania nodosa ;*

« *Trochus* analogue au *Trochus glandulus* Laube, mais à tours franchement coniques;

(*) *Bulletin de la Société géologique de France*, 19 avril 1886.

Digitized by Google

« *Cladophyllia ;*

« *Encrinus liliiformis ?* articles de la tige. »

Cette faune présente une analogie remarquable avec celles d'Esino et de Marmolata.

Quelques explications sont nécessaires pour le raccordement de mes déterminations stratigraphiques avec celles de M. L. von Loczy.

L'horizon triasique inférieur a été découvert par ce géologue, à 260 kilomètres au nord de Ta-Li, point extrême de mon itinéraire, à Tschung-Tjen, sous la forme de marnes à Myophoria Szechenyi. Le calcaire sous-jacent a été déterminé comme carboniférien (*).

Mais, d'autre part, suivant la coupe figurée dans l'ouvrage de M. von Loczy, les marnes triasiques sont encore surmontées par un calcaire, dont aucun fossile n'a été obtenu, et qui a été considéré comme identique au calcaire sous-jacent.

L'auteur signale (**) que, d'après ses observations, le trias ne forme nullement un synclinal enclavé dans le carboniférien, et que, dans ces conditions, le parallélisme du calcaire supérieur avec les marnes à *Myophoria* semble devoir être expliqué par un charriage ayant porté le carboniférien sur le trias.

Or, dans l'étude que j'ai faite du prolongement méridional de la région de Tschung-Tjen, je n'y ai trouvé qu'un bassin mésozoïque, complet jusqu'au Lias, sans aucune trace de refoulement latéral. Je pense donc que le calcaire supérieur de Tschung-Tjen doit être probablement l'équivalent du calcaire de Mong-Tze, ce qui supprime toute nécessité de recourir à l'hypothèse d'un charriage le long du cours nord-sud du Fleuve Bleu. Présumé de l'est vers l'ouest à Tschung-Tjen, ce char-

(*) Peut-être permien dans les niveaux supérieurs.
(**) *In* Szechenyi, p. 739.

Digitized by Google

riage serait en sens contraire un peu plus au sud, dans une seconde coupe, donnée par M. von Loczy (*) comme profil de la rive gauche du Fleuve Bleu au-dessus de Mbo-Pje-Won (**).

3° *Trias supérieur et Rhétien.* — Sur le calcaire triasique s'étend un recouvrement marneux rubéfié à la surface, mais apparaissant dans les ravins comme formé d'alternances irisées, roses, bleuâtres ou noirâtres. Ce sont les schistes versicolores reconnus par MM. Fuchs et Saladin sur la côte du Tonkin. Je ne puis les classer qu'en raison de leur intercalation entre le calcaire triasique et l'horizon rhétien, qui les surmonte dans un grand nombre de régions, et renferme des couches de houille exploitées. On y rencontre souvent des nappes de rognons ferreux étalés à la surface du sol par les actions atmosphériques.

Je ne puis mieux faire que de reproduire textuellement ci-dessous les déterminations de M. Zeiller (***) :

« 1° Tai-Pin-Tchang, sur la limite du Yun-Nan et du « Se-Tchouan, à l'est de Young-Pei-Ting. Fougères : « *Cladophlebis Rœsserti* Presl (sp.); *Ctenopteris* n. sp., « identique à une espèce encore inédite du Tonkin, à « très grandes pinnules, rappelant quelque peu le *Nilsonia Blasii* Brauns; *Tæniopteris* n. sp., à frondes « simples, à nervures épaisses, analogue au *Tæn. im-*

(*) *In* Szechenyi, p. 744.

(**) Cette explication se rattache à l'observation faite par M. de Richthofen dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Berlin*, 18 octobre 1900 (*Ueber Gestalt und Gliederung einer Grundlinie der Morphologie Ost-Asiens*, p. 12), savoir que, d'après l'opinion de M. von Loczy, le Yun-Nan oriental répondrait à la définition de « Gestaute Faltenland » — région de plissements charriés. M. de Richthofen ajoute que les arguments en faveur de cette hypothèse ne sont pas définitivement probants. Bien au contraire, et d'accord avec les aperçus de M. von Loczy sur les environs de Ta-Li, j'ai reconnu que le Yun-Nan oriental est une région tabulaire ondulée.

(***) *C. R. Acad. Sc.*, 22 janvier 1900.

Digitized by Google

« *mersa* Nathorst ; *Glossopteris indica* Schimper, repré-
« senté par des frondes à nervation pauciaréolée tout à
« fait semblable à celle que j'ai observée sur certains
« échantillons de l'Inde, provenant du South Rewah ;
« *Dictyophyllum exile* Brauns (sp.) ; *Clathropteris*
« *platyphylla* Gœppert.

« Parmi les Cycadinées : un *Pterophyllum* à folioles
« assez larges, tronquées à leur sommet, affine, d'une
« part, au *Pt. longifolium* Brongniart du Keuper, d'autre
« part à certaines espèces des couches indiennes de
« Rajmahal ; *Anomozamites inconstans* Brauns (sp.) ;
« enfin, deux petits fragments de frondes qui, bien
« qu'assez incomplets, semblent devoir être rapportés
« sans hésitation au *Ptilophyllum acutifolium* Morris,
« des Upper Gondwanas de l'Inde.

« L'ensemble de ces formes, comprenant à la fois des
« espèces du Rhétien d'Europe, des espèces du Trias et
« des espèces du Lias de l'Inde, conduit à rapporter le
« gisement charbonneux de Tai-Pin-Tchang à l'étage
« rhétien, de même que ceux de Hon-Gay et de Ke-Bao,
« au Tonkin, avec lesquels il présente une remarquable
« similitude de flore.

« 2° Mi-Leu, dans l'est du Yun-Nan, entre Kouang-Si-
« Tcheou et Tching-Kiang.

« Les schistes recueillis dans cette localité ne m'ont
« offert que de menus débris végétaux, parmi lesquels
« j'ai pu cependant reconnaître des lambeaux de frondes
« d'un *Tæniopteris*, ainsi que d'un *Dictyophyllum* pro-
« bablement identique au *Dict. exile*.

« 3° Kiang-Ti-Ho, à la limite commune du Yun-Nan, du
« Kouei-Tcheou et du Kouang-Si.

« Les plaques de grès micacé rapportées de ce gise-
« ment renferment une Pécoptéridée à nervation indis-
« tincte, mais ressemblant beaucoup, comme contour, au
« *Cladophlebis Rœsserti*, le *Glossopteris indica*, et des

Digitized by Google

« lambeaux de frondes très incomplets, mais qui, d'après « les crénelures de leurs bords, comme d'après ce qu'on « peut discerner de leur nervation, semblent devoir être « rapportés au *Clathropteris platyphylla.*

« 4° Tchoung-King, dans la région orientale du Se- « Tchouan, sur le Yang-Tse-Kiang. »

M. Duclos, ancien membre de la Mission lyonnaise, a remis à M. Monod, pendant son retour au Tonkin, des schistes provenant du gisement de Tchoung-King, signalé antérieurement par M. de Richthofen, et « renfermant « des empreintes de folioles détachées de *Podozamites* « *distans* Presl (sp.).

« Ces quatre localités paraissent correspondre par « leur flore aux gisements du Tonkin et pouvoir être « classées les unes et les autres dans l'étage rhétien. Il « n'est pas sans intérêt de constater dans ces gisements « de la Chine méridionale, comme dans ceux du Tonkin, « la présence du genre *Glossopteris.* »

G. **Système Liasique.** — Au-dessus de l'horizon houiller, les grès et schistes rhétiens renferment des bancs, d'abord minces, d'un calcaire dolomitique caverneux jaune, qui prend une puissance notable sur la rive gauche du Fleuve Bleu. Il se rencontre aussi au Kouei-Tcheou, avec une puissance qui peut s'élever à 200 mètres et forme des plateaux d'un aspect karstique tout à fait caractérisé. Dans le même calcaire un peu grisâtre, à Iao-Pou, partie supérieure d'un de ces massifs, au Sud de Tchen-Ning, des moules de *Pleuromya* et de Gastropodes néritiformes (*Hologyra?*) ont été déterminés par M. Douvillé comme pouvant appartenir au Jurassique (*).

(*) Le même calcaire a été très nettement décrit par M. Bourne, comme formant un grand plateau karstique au Nord-Ouest de Iao-Mong, région frontière du Kouang-Si et du Kouei-Tcheou. — A. S. F. Bourne, *Report of a Journey in South-Western China*, *Parliamentary Papers* (Livre Bleu) : *China*, n° 1, 1888. Voir Loczy, *in* Szechenyi, p. 755.

Digitized by Google

Sur le calcaire liasique à bivalve, une formation gréseuse, que j'ai rencontrée seulement dans la boucle du Fleuve Bleu, paraît correspondre aux horizons jurassiques du Se-Tchouan. Ce grès ne présente que des empreintes de bivalves parfois nombreuses, mais toujours indéterminables (*). Il contient parfois des fragments anguleux de houille.

C'est le plus élevé des horizons mésozoïques qu'il m'ait été donné de rencontrer. La sédimentation marine paraît avoir cessé dans toute la région, dès les débuts de la période jurassique.

H. **Système tertiaire.** — Le Tonkin possède cependant encore de la houille, à un niveau plus récent, dans une succession de bassins en chapelets, enclavés dans les gneiss le long du cours du Fleuve Rouge, et dont le type le mieux connu est le bassin de Yen-Bay. Les dépôts se composent souvent de gros poudingues de roches vertes ou gneissiques provenant des parties supérieures de la contrée, et contenant parfois des enclaves de houille. On y rencontre aussi des bancs argileux ou gréseux, d'étendue restreinte : tout l'ensemble du terrain présente d'une manière frappante les caractères de la sédimentation torrentielle. Des veines de houille, peu régulières mais assez nombreuses, se rencontrent entre ces bancs.

M. Beauverie a recueilli dans les couches de Yen-Bay et donné à l'École des Mines des fossiles assez nombreux, mais imparfaitement conservés par la constitution même de la roche. On y reconnaît des *Unio* et de nombreux

(*) M. Loczy a rencontré les mêmes bivalves, mal conservés, près de Lin-Tschien, au Sud-Ouest de Ya-Tchou, sur la bordure du bassin rouge du Se-Tchouan. Il les rapporte à l'*Anaplophora* (*Cardinia*) *brevis*, Schaur. Des débris végétaux recueillis simultanément ont été déterminés par le Dr Schenk comme des *Schizoneura* et des *Equisetum* caractéristiques du Lias (Loczy, *in* Szechenyi, p. 676).

Digitized by Google

Gastropodes turriculés qui paraissent bien voisins des *Tylotoma*. Quelques-uns de ces derniers ont été rapprochés par MM. Douvillé et Zeiller de la *Vivipara* (*Tylotoma*) *Sturi* Neumayr des couches à Paludines de Roumanie.

Les couches de Yen-Bay appartiendraient aussi soit au pliocène inférieur, soit au miocène supérieur. Les fossiles végétaux étudiés par M. Zeiller conduisent à un résultat analogue (*).

Il est possible que le même horizon tertiaire se rencontre dans les parties profondes des sédiments du Delta du Fleuve Rouge. Je rapporte encore à l'époque tertiaire les dépôts de Tchou-Hsiong (Yun-Nan), semblables à ceux de Yen-Bay, et paraissant subordonnés à un cours ancien du Fleuve Rouge. M. Loczy a aussi rencontré au Nord du Yun-Nan des calcaires lacustres probablement pliocènes.

I. **Système quaternaire.** — D'innombrables bassins lacustres, encore horizontaux et en voie de comblement, se rencontrent en effet à toutes les altitudes et sur tous les terrains. Ils se réduisent souvent à de simples entonnoirs renfermant encore une nappe d'eau dont le niveau varie avec les saisons, tout en s'abaissant lentement, en général, par l'approfondissement des émissaires d'écoulement. Les surfaces asséchées sont couvertes de dépôts provenant du remaniement des terrains environnants. Elles constituent les régions les plus accessibles à la culture. Leur fertilité, variable suivant la nature des matériaux qui les composent, se rattache directement au classement géologique de la région; elle décroît pour ainsi dire à mesure que ces terrains s'élèvent dans la série des horizons géologiques.

(*) Zeiller, *Congrès géologique international*, Paris, 1900; p. 165 et 498-501.

Digitized by Google

On trouve parfois à la surface des bassins du Yun-Nan des tufs calcaires déposés par des sources chaudes, dont quelques-unes subsistent encore. Ces tufs sont souvent pétris de débris végétaux. Ceux que j'ai rapportés de Tche-Ngan-Tchai, près de Mong-Tze, ont fourni à M. Zeiller des feuilles de *Ficus*. Ceux de Lou-Me-I renferment de petites feuilles ovales, qui paraissent devoir appartenir à une Ericinée. Ces formations sont en tout cas tout à fait actuelles.

Sur les hautes croupes de porphyrite des bords du Fleuve Bleu, le climat relativement froid permet la formation de couches tourbeuses, qui, à défaut d'autre combustible, sont encore utilisées par la population indigène de ces contrées dénudées. La plupart des bassins quaternaires contiennent, à quelques mètres au-dessous du sol, des couches de lignite qu'on aperçoit dans les ravins et qu'on exploite parfois pour la consommation locale. Les strates profondes de ces bassins peuvent appartenir non seulement à l'époque tertiaire, mais peut-être même à l'époque secondaire, à laquelle remonte l'émersion de la contrée. Ces strates constitueraient ainsi un sujet d'études particulièrement intéressant.

Digitized by Google

DEUXIÈME PARTIE.

OBSERVATIONS.

ITINÉRAIRE I.

DE HAI-PHONG A KE-BAO.

(Par la côte, en compagnie de MM. Lefebvre, Ingénieur des Travaux publics, et de Vaulserre, 15 et 16 juin 1898. Pl. VI, *fig.* 1.)

La ville de Hai-Phong est bâtie au bord d'une des branches latérales du Song-Cau, fleuve secondaire, distinct du Fleuve Rouge, mais communiquant avec lui par divers canaux. Provenant d'un bassin restreint, transversal à la direction du Fleuve Rouge, et dans lequel l'érosion ne s'exerce plus qu'avec lenteur, le Song-Cau conserve assez facilement son lit au milieu des alluvions du Delta.

Aux environs de la ville on voit émerger de ces alluvions divers pitons coniques atteignant une centaine de mètres de hauteur. Ils sont formés par le calcaire carboniférien supérieur. Leurs sommets peuvent renfermer des horizons permiens.

Le calcaire en plaquettes, attribué au carboniférien inférieur, existe relevé au port de l'île de Cac-Ba (*). Un sondage exécuté à Hai-Phong paraît avoir rencontré le calcschiste fossilifère dévonien vers 90 mètres de profondeur.

La puissance de la formation calcaire serait ainsi d'environ 300 mètres.

(*) Un échantillon m'en a été remis par M. Luc, directeur des mines de Hon-Gay.

Digitized by Google

A mesure qu'on s'éloigne de Hai-Phong vers le Nord, on voit les pitons se multiplier et former les innombrables récifs de l'archipel d'Along. Une vase argilo-calcaire peu abondante se dépose lentement dans leurs intervalles : aucune trace de sédiments tertiaires ou quaternaires n'existe sur toute la côte.

Dès que les ilots possèdent une surface assez étendue, il se composent d'un soubassement taillé à pic, couronné lui-même par des pitons coniques semblables à ceux qui sont partiellement immergés. Ces pitons supérieurs sont entourés de lambeaux de terrains versicolores, effondrés dans les directions les plus variées, et creusés de nombreux cirques dus à la dissolution du calcaire sous-jacent. Toute la côte témoigne ainsi d'une immersion, récente, mais précédée d'une corrosion puissante par les eaux atmosphériques. Son aspect spécial est admirablement représenté sur les cartes hydrographiques de la marine ; par exemple, dans le figuré de l'île des Deux-Song.

Sur le rivage, le terrain versicolore gréseux et parfois schisteux surmonte le calcaire, en formant une nappe d'abord découpée, qui devient continue à quelque distance de la mer. Elle constitue une région haute, mamelonnée, infertile, qui s'élève jusqu'à 800 mètres et 1.000 mètres d'altitude, au Nord de Mon-Cay, atteignant déjà 400 mètres dans l'île même de Ke-Bao. Les ruisseaux côtiers sont insignifiants jusqu'au voisinage de la frontière de Chine.

A quelques kilomètres de la côte, l'écoulement des eaux s'effectue dans une direction opposée à la pente du rivage.

Les niveaux inférieurs de la formation versicolore renferment des couches de houille, signalées depuis les débuts de notre installation au Tonkin et explorées, d'abord en 1881-1882, par MM. Fuchs et Saladin (*), puis, en

(*) *Annales des Mines*, 8e série, t. II, p. 185 et suiv.

Digitized by Google

1885-1886, par M. Sarran (*). Leur horizon géologique est connu depuis cette première exploration par les déterminations de M. R. Zeiller (**), qui le rapportent au rhétien.

Le gisement houiller est légèrement incliné vers le Sud-Est dans la région de Hon-Gay. Il renferme une couche puissante affleurant au sommet de nombreux mamelons, et exploitée à découvert. Quelques couches inférieures, d'épaisseur moyenne, commencent à être exploitées souterrainement avec un prix de revient inférieur. L'extraction annuelle atteignait 260.000 tonnes, lors de ma visite, d'après les indications de MM. Luc, Directeur, et Vivier, Ingénieur, qui ont bien voulu m'accompagner sur leurs travaux. La richesse du gite dans les parties superficielles a dispensé de développer beaucoup l'exploration en profondeur.

Dans l'île de Ke-Bao, plus avancée vers l'Est, les couches, déjà très inclinées à la surface du sol, et dirigées principalement vers le Nord-Nord-Est, deviennent presque verticales, et s'étranglent souvent en profondeur. L'exploration a été poussée jusqu'à 300 mètres par le puits de Lanessan. L'exploration était suspendue lors de ma visite. Les charbons extraits auparavant ont souvent paru assez cendreux.

La houille de Hon-Gay est, au contraire, assez pure ; mais on sait qu'elle est à la fois friable et très maigre, exigeant l'addition du charbon japonais, et une forte proportion de brai pour la fabrication des briquettes.

Des affleurements houillers analogues ont été découverts au Nord de Hai-Phong, encore dans la formation versicolore rhétienne, dans la région de Dong-Trieu. Ils sont l'objet de petites exploitations.

(*) Sarran, *Etude sur le bassin houiller du Tonkin*. Paris, Challamel, 1888.

(**) *Annales des Mines*, 8e série, t. II, p. 299 et suiv. (1882).

Digitized by Google

Dans la même région, des traces de cuivre ont donné lieu à des déclarations de périmètre réservé(*), qui n'ont pas été suivies d'une mise en exploitation. On a même annoncé du manganèse cobaltifère dans la lagune à l'Est de Quang-Yen, et du nickel au Nord-Est de Hon-Gay (M. Beauverie).

Les gisements de sulfure d'antimoine, réunis pour la plupart par M. Bavier-Chauffour, sont encore dans la période d'exploration. Ils paraissent importants et ont donné lieu à une trentaine de déclarations de périmètre réservé.

La région voisine de Mon-Kay est aussi très métallifère, et a donné lieu à environ soixante-dix déclarations de périmètre concernant l'antimoine, l'argent, le plomb et le cuivre.

ITINÉRAIRE II.

DE HAI-PHONG A LAO-KAY.

(Par le Fleuve Rouge, du 7 au 20 janvier 1898, en compagnie de la Mission Guillemoto. Pl. VI, *fig.* 3.)

Le Fleuve Rouge est encombré de bancs de sable tellement mobiles qu'en quelques années le seul chenal navigable en hiver s'est transporté à 1.500 mètres du débarcadère de Hanoï. Cependant, au XVIIe siècle, les voiliers hollandais remontaient jusqu'à Hong-Hoa, à l'origine même du Delta. Entre cette localité et Vietry, c'est-à-dire à 200 kilomètres du rivage actuel, des espèces marines se rencontrent encore dans les parties profondes du Fleuve. L'intensité actuelle de l'alluvionnement est donc récente.

(*) Renseignements communiqués par le Service des Mines de l'Indo-Chine.

Digitized by Google

Elle coïncide avec le déboisement du Yun-Nan, qui a commencé aussi, au XVIIe siècle, avec la colonisation chinoise, accompagnée par l'exploitation intensive des mines métalliques.

Au Sud de Vietry, la bordure méridionale du Delta, région haute prolongeant le cours supérieur du Fleuve, atteint la rive droite et forme le mont Ba-Vi, de 1.250 mètres d'altitude, qui paraît constitué comme la région côtière de Ke-Bao. On y a trouvé du cuivre, anciennement exploité. Des veines de houille appartenant très probablement à un bassin tertiaire ont été reconnues auprès de Son-Tay entre le Fleuve et la Rivière Noire. Elles ont donné lieu à huit déclarations de périmètre réservé.

A Yen-Luong, le lit du Fleuve Rouge cesse d'être établi sur les alluvions du Delta. Il reste encaissé jusqu'à Yen-Bay par des grès fins, jaunâtres, légèrement bariolés de rose, non micacés, sans fossiles, que je ne puis classer que dans le trias supérieur ou rhétien. Le calcaire d'A-Long apparaît fréquemment au-dessous. Le lit du Fleuve Rouge s'engage alors définitivement dans une gorge creusée dans ces deux formations superposées. Il recoupe successivement les horizons inférieurs du calcaire carbonifèrien. Sur la rive gauche s'élève une barrière abrupte, atteignant une hauteur de 1.000 mètres avec une largeur moyenne de 20 kilomètres. Cette barrière porte dans sa partie la plus élevée le nom de Nuï-Con-Voi, et sépare sans interruption sur 125 kilomètres, depuis Yen-Bay jusqu'à la hauteur de Lao-Kay, le Fleuve Rouge de son affluent parallèle formé par la rivière Claire et le Song-Chay. Elle prolonge ainsi rigoureusement le massif élevé qui forme vers l'Est la bordure de la plaine lacustre de Mong-Tze.

Sur la rive droite, les petits bassins houillers tertiaires se rencontrent de place en place. Ils ont donné lieu à dix-sept déclarations de périmètre réservé, dans le seul

Digitized by Google

district de Hong-Hoa. Des indices de cuivre existent au-dessus et ont aussi donné lieu à quelques déclarations.

A Yen-Bay, la formation tertiaire apparaît sur la berge même de la rive droite. Les veines de houille tourmentées se rencontrent encore sur divers mamelons dans les tranchées ouvertes pour l'établissement des rues de la ville. Elles sont inclinées vers le Sud-Est, et marquent ainsi un mouvement d'ensemble postérieur à l'époque miocène.

L'étude générale de la région a été faite par M. B. Beauverie, qui possède avec MM. Marty et d'Abbadie le plus grand nombre des concessions. L'exploration souterraine la plus importante a été faite par ces derniers au puits de Hai-Dzuong, à 8 kilomètres en amont de la ville. Exécutés à 40 mètres de profondeur, et à peu de distance du Fleuve Rouge, ces travaux étaient submergés lors de ma visite. D'après une analyse faite à l'École des Mines, la houille contenait plus de 35 p. 100 de matières volatiles, mais aussi beaucoup de cendres. D'autres échantillons, qui m'ont été montrés par M. le commandant de cercle Lamiable, se rapportaient à une houille maigre, peut-être par altération superficielle. En amont de Yen-Bay, le conglomérat de roches vertes et gneissiques se rencontre dans le lit du fleuve au-dessous des couches houillères : il détermine des rapides pendant la période des basses eaux.

Le bassin tertiaire repose sur un terrain gneissique et micaschisteux, reconnu comme formé des schistes feldspathisés, qu'on ne cesse de rencontrer sur tout le cours supérieur du Fleuve Rouge. Aux environs de Yen-Bay, je le considère comme représentant l'horizon carbonifèrien inférieur. Il supporte, en effet, de nombreux témoins du calcaire d'Along, recherchés comme pierre à chaux. Il renferme des veines de houille schisteuse sur

Digitized by Google

un assez grand nombre de points en amont de Yen-Bay, et, à 10 kilomètres vers l'Est de cette ville, un gisement de graphite. Des indices de pétrole ont aussi été rencontrés sur la rive droite vers 4 kilomètres à l'Ouest de la ville.

Un peu en aval du poste de Traï-Hut, les grands rapides, qui terminent le cours navigable par les bateaux à vapeur, sont formés par des bancs bien stratifiés de calcaire à crinoïdes, plongeant faiblement vers l'Est. Je le rapporte au carboniférien inférieur. Des affleurements houillers ont été découverts au-dessus du calcaire à crinoïdes, sur le flanc du Nuï-Con-Voï (Montagne de l'Eléphant), vers 300 mètres d'altitude, à 3 kilomètres du fleuve. Leur horizon apparaît nettement comme inférieur à celui du calcaire d'Along, qui forme les sommets.

Les bancs du calcaire à crinoïdes se maintiennent jusqu'à 6 ou 7 kilomètres en amont de Trai-Hut. Le lit du fleuve pénètre ensuite dans un terrain inférieur, formé surtout de micaschistes, qui, paraît-il, renferme souvent des corindons (Ngoï-Kaï, rapide à 15 kilomètres de Traï-Hut).

A 6 kilomètres en aval de Bao-Ha, on observe pour la première fois un grès chargé de résidus amphiboliques, qui lui donnent l'aspect d'une diabase altérée. Sa couleur, en général verdâtre, passe au rouge brun, dans les régions les plus décomposées.

Le poste de Bao-Ha est établi sur un terrain mamelonné, formé d'un grès feldspathique altéré surmontant le grès amphibolique. On continue toujours à rencontrer des masses isolées de calcaire carboniférien supérieur, dont un remarquable échantillon est exploité comme carrière de pierre à chaux, au pied même du poste de Pho-Lou. Depuis Bao-Ha, le lit du fleuve se maintient au niveau du grès amphibolique.

De part et d'autre de Pho-Lou, sur la rive gauche,

Digitized by Google

deux affleurements puissants de houille schisteuse ont été recoupés par les travaux de la nouvelle route. Ils sont intercalés dans le grès feldspathique et ont donné lieu, il y a dix ans, à des déclarations de périmètre réservé.

Depuis Pho-Lou jusqu'à Lao-Kay, le lit du fleuve et la route suivent le terrain micaschisteux en se tenant un peu au-dessous des grès amphiboliques. A Pho-Moï, c'est-à-dire à 4 kilomètres environ en aval de Lao-Kay, on rencontre dans la tranchée de la route une pegmatite à grands cristaux de tourmaline. Cette roche se rencontre ensuite dans la région supérieure du Fleuve Rouge, très fréquemment, et notamment dans les écueils voisins des ports de Lao-Kay et de Man-Hao.

Les observations qui précèdent s'appliquent surtout à la rive gauche du Fleuve Rouge. La rive droite est moins abrupte. Depuis Yen-Bay jusqu'à Lao-Kay, cette rive est formée par une région gneissique, subdivisée en bassins par de petits affluents transversaux. Des dépôts tertiaires s'y étalent souvent au bord du fleuve. A plus grande distance, un plateau gneissique élevé forme une arête à peu près continue le long de la Rivière Noire, à environ 60 kilomètres du Fleuve Rouge. Son altitude est déjà d'environ 1.500 mètres au Sud et à l'Ouest de Yen-Bay. Il s'élève progressivement vers le Nord-Ouest, pour atteindre 2.200 mètres à l'Ouest de Lao-Kay. Il est surmonté de pitons du calcaire carbonifèrien supérieur dont les sommets paraissent ainsi s'élever jusqu'à 1.800 mètres à l'Ouest de Yen-Bay, et 2.600 mètres à l'Ouest de Lao-Kay.

Au sud de Yen-Bay, la région haute se prolonge parallèlement jusqu'à la côte vers Nin-Binh, séparant le Delta du Fleuve Rouge d'un fleuve encore parallèle, qui porte le nom de Song-Ma.

Toute la constitution stratigraphique du Haut-Tonkin,

Digitized by Google

entre le Fleuve Rouge et la frontière de Chine, me paraît, en somme, pouvoir être représentée de la manière la plus simple en transportant parallèlement à elle-même, sous réserve des fractures et des chutes locales, le long du Fleuve Rouge, la coupe schématique représentée par la *fig.* 2, Pl. VI.

ITINÉRAIRE III.

EXPLORATIONS AU TONKIN AUTOUR DE LAO-KAY.

(Du 20 janvier au 8 février 1898. Pl. VI, *fig.* 4.)

A notre arrivée à Lao-Kay, M. le lieutenant-colonel Ecorsse, alors commandant du cercle, nous annonça que les travaux de route recoupaient des affleurements charbonneux. Sur la demande de M. le général Pennequin, qui remplissait alors, comme colonel, les fonctions de commandant du territoire, j'ai commencé l'exploration de la région avec le concours de M. Ecorsse.

1° Nord-Est de Lao-Kay. — Dès le 21 janvier, deux affleurements d'une couche de schiste houiller ont été reconnus dans les tranchées de la route provinciale en exécution sur la rive gauche du Nam-Thy.

L'un de ces affleurements se rencontre à 250 mètres à l'Est de Lao-Kay et à une centaine de mètres au-dessus du fleuve, qui se trouve lui-même à 100 mètres d'altitude. Une fouille de 3 à 4 mètres de profondeur a été faite. La couche, très contournée, plonge fortement vers l'Ouest, et l'aval-pendage du côté du fleuve a été enlevé par les érosions. Le schiste charbonneux est profondément altéré par les agents atmosphériques. On peut estimer à au moins 2 mètres l'épaisseur primitive. La couche renferme des bancs irréguliers d'un grès feldspathique très gros-

Digitized by Google

sier. Le grès amphibolique complètement peroxydé, et transformé en masse fibreuse rouge, apparaît au mur à peu de distance. La pegmatite à tourmaline de Pho-Moï, qui forme des écueils dans le lit du fleuve, apparaît encore au voisinage de la couche, au premier col de la route entre Lao-Kay et la descente sur le Nam-Thy.

En continuant à suivre la route de Ke-Chau au-delà du pointement de pegmatite, on voit les couches replonger vers l'Est. La veine charbonneuse, présentant avec le premier affleurement une identité de caractère qui a été constatée par une seconde fouille, apparaît de nouveau à 1.500 mètres de Lao-Kay, et s'enfonce sous une colline boisée d'environ 300 mètres de hauteur (*).

Le 26 janvier, nous avons parcouru avec M. le capitaine Paintel les chantiers les plus éloignés de la route du Nam-Thy et exploré les environs de Ke-Chau. Toute la région est formée du même terrain feldspathisé. La succession régulière du gneiss granitoïde, du grès amphibolique oxydé, et d'une couche charbonneuse très voisine de ce grès, s'observe de la manière la plus nette dans le talus Sud de la nouvelle route, à quelques centaines de mètres du poste de Ban-Phiec. La couche schisteuse ne possède plus qu'une épaisseur de 0m,40.

A l'Est de Ke-Chau, apparaissent des collines qui s'élèvent jusqu'à l'altitude de 700 à 1.000 mètres. Elles sont formées par le calcaire d'Along, régulièrement superposé au terrain feldspathisé, visible lui-même sur

(*) Un troisième affleurement de la même couche a été également exploré par une petite fouille sur la rive droite du Fleuve Rouge, au-dessous de l'hôpital de Koc-Leou, à quelques mètres au-dessus du niveau des plus hautes eaux. Prolongée vers le Nord, la direction de cet affleurement rencontre la rive chinoise du Nam-Thy, un peu en amont du pont de Lao-Kay, à Ho-Kéou.

Un quatrième affleurement existe en cet endroit et s'enfonce sous les monticules qui portent le Vice-Consulat de France. Une nappe de diabase apparaît dans le lit du Fleuve Rouge, au-dessous de l'horizon houiller, un peu en amont de Lao-Kay.

Digitized by Google

une épaisseur d'environ 300 mètres. En avant de cette barrière, le même calcaire apparaît encore sur le plateau de Bam-Lao, en trois pitons coniques dont la base est située à la même cote (400 mètres). Ils sont isolés les uns des autres à la surface du terrain feldspathisé.

2° **Au Sud-Ouest de Lao-Kay.** — Le 24 janvier, nous avons suivi la nouvelle route de Cam-Duong jusqu'à Coc-Ta, situé à 8 kilomètres au Sud de Koc-Leou. Le terrain paraît appartenir tout entier à une formation tertiaire locale semblable à celle de Yen-Bay.

A Lang-Hang, point situé à 6 kilomètres en amont de Lao-Kay, M. Dupont, représentant de la Compagnie des Messageries Fluviales, nous a fait visiter, le 22 janvier, un gisement qu'il avait depuis longtemps reconnu sur les bords du fleuve. On y rencontre des veinules d'un charbon brillant au milieu d'une formation torrentielle de sables, argiles et poudingues, qui doit être rapportée à l'horizon tertiaire.

L'échantillon de houille que nous avons prélevé contient 35 p. 100 de matières volatiles et 4 p. 100 de cendres ferreuses.

3° **Au Nord-Ouest de Lao-Kay.** — Nous avons commencé, le 1er février, l'étude de la rive droite du Fleuve Rouge, entre Lao-Kay et Long-Po. Sans cesser de rencontrer tantôt le terrain feldspathisé, tantôt le grès amphibolique, nous sommes arrivés au poste de Ba-Xhat, bâti sur un mamelon, à 80 mètres au-dessus du fleuve. M. le capitaine Tandart nous y a remis un échantillon d'une roche qu'il avait souvent trouvée aux environs. C'est un très beau minerai de fer magnétique (*).

(*) Il a été, d'après nos indications, l'objet d'une déclaration de périmètre réservé, présentée par M. Bélard, qui était adjoint à la Mission d'études des chemins de fer.

Digitized by Google

Le 3 février, nous avons suivi le chemin de Ba-Xhat à Trinh-Thuong sans quitter les terrains feldspathisés. Entre le village de Ban-Vuoc et le ruisseau du Ngoi-Fa-Thao, on passe sur une nappe de quartz laiteux, souvent rose, accompagnant un gîte de fer magnétique. On rencontre, épars à la surface du sol, pendant 2 kilomètres, des blocs de minerai de grandes dimensions, visibles sur au moins 100 mètres de part et d'autre du chemin. La partie centrale du gisement forme une colline dirigée de l'Est à l'Ouest et s'élevant jusqu'à environ 100 mètres de hauteur.

Le minerai, très magnétique, parait tout à fait pur; cependant le quartz contient souvent quelques traces de pyrites. L'horizon de la magnétite, qu'en raison de sa position inférieure, mais voisine du grès amphibolique, je rapporte au système dévonien, disparait sous les terrains feldspathisés, quand on remonte vers le poste de Thrih-Thuong, situé à 70 mètres au-dessus du fleuve.

Le 4 février, nous avons quitté ce poste pour commencer à pénétrer dans la chaine montagneuse qui sépare le Fleuve Rouge de la rivière de Long-Po.

Suivant d'abord pendant quelques centaines de mètres le chemin muletier de Trinh-Thuong à Long-Po, établi au bord du Fleuve Rouge, nous avons retrouvé, à 20 mètres au-dessus des eaux, un affleurement de schistes charbonneux dans un terrain détritique, parallèle au fleuve et probablement tertiaire. Les ondulations du chemin recoupent cet affleurement sur un parcours d'environ 200 mètres. Tournant ensuite vers l'Ouest pour entrer dans la vallée du Ngoi-Ban-Mac, on retrouve entre Ban-Mac et Na-Mon, à 2 kilomètres environ de Trinh-Thuong, l'horizon de quartz laiteux accompagné de magnétite. Les échantillons sont moins purs que ceux de Ban-Vuoc. La rivière de Na-Mon, affluent du Nam-Ti-Lang, coule déjà sur le gneiss, et contient cependant des galets de grès amphiboliques.

Digitized by Google

Alors commence une ascension rapide sur l'escarpement parallèle au fleuve. A midi, nous atteignions la cote 1060, sans avoir quitté les terrains gneissiques et micaschisteux. Le mica noir disparaît vers la cote 1720, voisine de l'abri qui servait au ravitaillement de l'ancien poste abandonné de Ni-Ti. Vers la cote 1750, le terrain présente des débris de grès amphibolique. Au-dessus de ce niveau jusqu'à la cote 2000, qui est celle du col, règne un plateau de grès grossier feldspathique, dominé vers le Sud par des pitons calcaires qui s'élèvent à environ 2.400 mètres d'altitude et paraissent identiques à ceux d'Along.

La descente sur Ni-Ti, ancien poste, à 1.100 mètres, s'effectue tout entière dans le gneiss, le long d'une cassure verticale très étendue et très nette, encore parallèle à la direction du Fleuve Rouge.

Le 5 février, nous avons exploré la rive gauche de la rivière de Ni-Ti jusqu'à 1.600 mètres d'altitude, au-dessus des villages younis d'Eukommon et de Chin-Chan. A la cote 1.400, on rencontre encore des quartz accompagnés de minerais magnétiques et semblables à ceux de Ban-Mac.

Le 6 février, nous suivons de Ni-Ti à Bac-Ta les terrains cristallins. Sur la rive chinoise de la rivière de Long-Po, on observe dans ces terrains une grande faille encore ouverte, parallèle à la direction du Fleuve Rouge.

Le poste militaire abandonné de Bac-Ta est bâti à 460 mètres d'altitude, sur un rocher qui est précisément un passage de faille d'une grande netteté mettant en contact une masse de pegmatite avec un cipolin contenant du mica noir et des pyrites de fer et de cuivre.

Le contact s'effectue suivant un plan vertical parallèle au Fleuve Rouge. La direction des bancs du cipolin est Nord-Sud ; l'inclinaison est d'environ 10° vers l'Est.

Digitized by Google

Parti le 7 pour Long-Po, nous suivons d'abord des calcaires très cristallins, qui peuvent appartenir au système dévonien (*).

En résumé, depuis Ba-Xhat jusqu'à Lung-Po, le Fleuve Rouge, qui, jusqu'alors, coulait à la base du terrain carboniférien, s'engage dans une succession de cassures parallèles à la grande falaise de la rive droite, et pénètre dans les horizons métamorphisés infracarbonifériens, la base du carboniférien inférieur feldspathisé s'élevant à mesure qu'on remonte vers le Nord-Ouest. Les parties basses de la rive gauche du fleuve, appartenant au territoire chinois, sont identiques à la partie de la rive droite, comprise entre le fleuve et la falaise gneissique. Le pays chinois de Ba-Xhat renferme lui aussi, paraît-il, des gisements de fer magnétiques (**).

ITINÉRAIRE IV.

COURSES AUTOUR DE MONG-TZE.

(Du 9 février au 23 mai 1898. Pl. VII, *fig.* 1 et 2.)

Après quelques jours de fièvre, inévitable dans ces parages, je fus rejoint, à Long-Po, par M. Gosselin, main-

(*) Le 8 février, nous avons suivi le sentier de Long-Po à Trinh-Thuong, et examiné les restes d'une ancienne exploitation de cuivre, désignée sous le nom de Mot-Dong, à 8 kilomètres au Sud-Est de Long-Po. La route escalade divers mamelons de terrain feldspathisé, et rejoint au bord du fleuve un terrain décomposé, dans lequel on trouve deux anciens puits de 6 à 7 mètres de profondeur, laissant voir une roche un peu schisteuse qui renferme des filonnets de cuivre carbonaté. La mine a été exploitée, il y a cinquante ans, par les Annamites. Les indices sont trop restreints pour permettre une appréciation quelconque du gisement.

(**) Cet horizon de minerais de fer est aussi très probablement celui des mines que la Mission Doudart de Lagrée a rencontrées en pleine activité, près de Kieng-Kong.

Digitized by Google

tenant lieutenant-colonel d'artillerie de marine, auquel je me joignis pour entrer en Chine.

1° **De Long-Po à Mong-Tze.** — Nous suivîmes alors le sentier chinois de la vallée du Fleuve Rouge depuis Long-Po jusqu'à Man-Hao. Il s'élève jusqu'à 900 mètres d'altitude, sur le terrain feldspathisé. Des ravins parallèles au fleuve marquent la trace d'anciens lits. Le sol infertile n'est couvert, la plupart du temps, que d'une haute brousse, incendiée tous les ans, suivant l'usage chinois. Cette coutume supprime toute végétation forestière, et compromet jusqu'au télégraphe de Lao-Kay à Mong-Tze, dont le fil traîne à terre. Les rayons verticaux du soleil donnent un climat torride à ce ravin encaissé de plus de 2.000 mètres, et les muletiers chinois du Yun-Nan redoutent d'y passer une seule nuit.

Dans cinq échancrures formées par des failles perpendiculaires au Fleuve Rouge descendent des torrents qui coulent sur le terrain gneissique, amenant seulement des galets calcaires, comme témoins des formations supérieures. Au débouché du plus important d'entre eux, le Loui-Chien-Ho, à 4 kilomètres en aval de Man-Hao, le ravin du Fleuve Rouge s'élargit et se remplit d'une formation de grès jaunâtre renfermant des couches d'une houille terreuse. Leur allure est tourmentée, mais horizontale dans l'ensemble. A 2 kilomètres en aval de Man-Hao, le gisement prend une grande épaisseur et a évidemment été l'objet d'une tentative d'exploitation.

Entièrement assimilables au gîte de Yen-Bay, les veines charbonneuses continuent jusqu'à Man-Hao (altitude : 150 mètres), localité misérable au bord du fleuve (*).

(*) La formation tertiaire est couronnée par un calcaire lacustre, dont les débris se rencontrent dans la colline couverte de tombeaux qui domine le village.

Digitized by Google

Son lit, localement élargi, mais hérissé d'écueils de pegmatite à tourmaline, forme aux basses eaux le dernier port accessible à la navigation, qui s'effectue dans cette saison par des jonques d'environ 3 tonnes, au maximum.

La rive droite est constituée par une falaise de gneiss et de pegmatite s'élevant rapidement jusqu'à 2.000 mètres et prolongeant l'escarpement reconnu au Tonkin.

L'ascension de Man-Hao à Mong-Tze est parfois désignée sous le nom de route des dix mille marches. C'est un sentier muletier amélioré par des escaliers, suivant le système classique en Chine dans tous les passages escarpés. L'entretien du tracé actuel est le résultat d'un traité par lequel la Chine a promis à la France d'aplanir la route de Mong-Tze à Man-Hao. Cette montée de près de 2.000 mètres a déjà été souvent décrite.

On quitte un peu au-dessus de Man-Hao la formation tertiaire. On gravit les terrains feldspathisés infra-carboniférien, en suivant d'abord une dépression perpendiculaire au cours du Fleuve Rouge.

Vers 500 mètres d'altitude, existe une exploitation de calcaire cristallin rouge, probablement dévonien. Le chemin chinois arrive ainsi par sa pente maximum jusqu'au village de Yao-Teou (900 mètres d'altitude), situé à l'horizon supérieur des terrains feldspathisés et à la base du carboniférien supérieur.

Le calcaire à Productus apparaît d'abord sous son aspect habituel de pitons coniques isolés, émergeant d'une plaine couverte de débris permotriasiques ravinés. C'est un terrain souvent infertile, riche en colorations variées.

On s'élève dans les intervalles de ces pitons jusqu'aux niveaux schisteux intercalés dans les horizons supérieurs du calcaire à Productus, et on atteint ainsi vers 1.300 mètres le plateau de Sui-Tien. La dissolution du calcaire sous-jacent y creuse des cirques, au fond desquels on retrouve parfois des pointements de ce calcaire. Vers 1.800 mètres

Digitized by Google

environ, on rencontre les calcaires dolomitiques, veinés de rose, du Trias moyen, entre lesquels on passe par un col à 2.000 mètres. On redescend ensuite lentement vers A-San-Tchai jusqu'au Trias inférieur, par une plaine stérile, ravinée, creusée de grands entonnoirs.

La petite ville de Sin-Ngan-So se trouve déjà dans le bassin quaternaire de Mong-Tze. Celui-ci règne à l'altitude moyenne de 1.400 mètres sur un soubassement de schistes feuilletés du Trias inférieur et de grès marneux du Permien supérieur, qui charge toutes les eaux de la région de sels calcaires.

Le régime lacustre est encore représenté par les nappes d'eaux qui occupent une partie du sol, au Nord de la ville de Mong-Tze. Elles sont alimentées surtout par des sources qui apparaissent à la base d'une ceinture de pitons du Trias moyen (*). Les lacs se déversent eux-mêmes dans d'autres gouffres qui transportent les eaux vers l'est, au bassin supérieur du Si-Kiang. A l'ouest de Mong-Tze, le bassin hydrographique du Fleuve Rouge se réduit au ravin, dans lequel son cours semé de rapides s'établit à partir de 150 mètres d'altitude avec une pente moyenne de 150 mètres pour 50 kilomètres, entre des crêtes hérissées par les dentelures du calcaire triasique, et s'élevant jusqu'à près de 3.000 mètres.

2° Bordure méridionale et orientale du bassin de Mong-Tze. — Le tracé du futur chemin de fer de Lao-Kay à Mong-Tze devant passer non pas par Man-Hao, mais par Sin-Kay et par la vallée du Sin-Chiem-Ho, une course de huit jours fut faite dans cette région par Sin-Chiem, Mi-Mi-Ti, Ta-O-Tze, Ma-Kai-Tsin et Tsi-Lou-Pe. Les horizons les plus élevés du trias inférieur (schistes feuilletés de Ho-Kia-Tchai), inclinés vers l'est, supportent les cal-

(*) Source du Dragon-Noir (He-Long-Tan).

Digitized by Google

caires du trias moyen, dont la base se maintient jusqu'à Sin-Chiem à une altitude constante d'environ 1.700 mètres. Les couches de passage entre le Permien supérieur et le Trias forment le plateau même de Sin-Chiem. Des affleurements houillers, rattachés au calcaire à Productus, sont connus depuis longtemps de la population locale, et ont été indiqués sur la Carte au 200.000e du Bureau Topographique de l'Indo-Chine (1895), altitude : 1.615 mètres. On en voit des traces le long même du sentier de Mong-Tze à Sin-Chiem. Comme on n'a trouvé dans cette localité qu'un combustible très schisteux, on a jusqu'ici apporté peu d'attention à cette première indication. Dans une course spéciale qui a été faite après celle de Ta-O-Tse, j'ai retrouvé le même horizon exploité, à Pa-Che-Kay, à 20 kilomètres au Sud-Est de Mong-Tze, dans une petite vallée voisine de celle de Sin-Chiem, mais descendant à la rivière du Nam-Thy, séparée du futur tracé du chemin de fer par un chaînon calcaire.

A l'altitude de 1.350 mètres (d'après mon baromètre) se trouve dans le fond de cette vallée un affleurement exploité par une vingtaine d'ouvriers pour la fabrication de la chaux vendue ensuite à Mong-Tze. La couche, à peu près horizontale, disparaît à l'Est, sous le calcaire, dont elle n'est séparée que par une vingtaine de mètres de schistes grisâtres. Elle est exploitée par de petits puits temporaires de 2 mètres de profondeur, autour de laquelle l'ouvrier crée une excavation de quelques mètres, qui s'éboule bientôt. L'épaisseur de la couche peut être évaluée à 1 mètre, autant qu'on peut en juger dans un terrain si altéré.

La houille est tout à fait boueuse. Les ouvriers la moulent en briquettes, qu'on carbonise en tas, après séchage. Le combustible cokéfié est ensuite chargé avec le calcaire dans des fours à chaux en forme de meules de 2 mètres de diamètre. La cuisson terminée, on sépare du

Digitized by Google

calcaire calciné le résidu fritté qui est laissé par les briquettes.

L'aspect défavorable des échantillons que j'ai prélevés sur ce gisement s'est expliqué par l'analyse faite à l'École Supérieure des Mines. Ils contenaient 25 p. 100 d'eau d'hydratation, mais on n'y trouve que 7 p. 100 de cendres, résultat qui concorde d'ailleurs avec mes propres essais à Mong-Tze.

Les horizons bariolés du Permien supérieur se rencontrent en descendant jusqu'à 1.300 mètres d'altitude, dans la vallée de Sin-Chiem-Ho. Le calcaire à Productus proprement dit règne de 1.300 mètres à 800 mètres environ dans la région de Mi-Mi-Ti et de Ho-Tche-Ti (gisement d'antimoine) ; puis la vallée se transforme en un torrent très rapide sur les schistes feldspathisés, dont deux échantillons ont été prélevés aux altitudes précises de 600 mètres et 650 mètres, par les soins de M. le lieutenant-colonel Gosselin.

La vallée de Ta-O-Tze, creusée parallèlement au Fleuve Rouge, dans le Permien supérieur, à l'altitude de 1.350 mètres, contient une ancienne route directe de Mong-Tze à Lao-Kay.

Les régions supérieures de la vallée du Nam-Thy sont ensuite couronnées par le calcaire triasique, sur lequel le Trias supérieur rouge forme un plateau dénudé entre Mong-Tze et Tse-Tchen.

C'est au col le plus voisin du bassin de Mong-Tze, vers 1.800 mètres d'altitude, au sommet de la formation calcaire et à peu de distance des horizons gréseux du Trias supérieur, que j'ai pu recueillir, à diverses reprises, les fossiles caractéristiques soumis ensuite aux déterminations de M. Douvillé (Trias moyen) (*).

(*) Voir p. 35.

Digitized by Google

3 °**Bordure occidentale du bassin de Mong-Tze.** — Pour vérifier la coupe de la vallée du Fleuve Rouge, et reconnaitre les abords de la région stannifère, une autre course de huit jours a été faite de Mong-Tze, par So-Pou-Ti, jusqu'à Hong-Chouen-Li, localité située sur la rive droite du Fleuve, avec retour à Mong-Tze par To-Mou-Ko.

Comme toutes les régions qui entourent les mines métalliques, le pays situé autour des gisements d'étain est réduit à la désolation la plus complète qu'on puisse rencontrer en Chine. La contrée est presque uniformément couverte de pitons aigus du Trias moyen, d'une hauteur variable entre 200 et 400 mètres, portant leurs sommets jusqu'à 2.800 mètres ou 3.000 mètres d'altitude. L'eau y est naturellement très rare. On ne la rencontre qu'en petite quantité au fond des entonnoirs qui s'établissent sur le terrain bariolé, dans les intervalles des pitons. La consommation de charbon de bois, faite par la métallurgie depuis trois cents ans, a complètement détruit toute végétation arborescente. Les rares habitants, de race indigène, qui s'y livrent à l'élevage, industrie destinée peut-être à devenir prospère par l'ouverture des relations avec le Tonkin, sont actuellement réduits à la plus extrême misère par le pillage périodique qu'ils subissent de la part des bandes de mineurs.

Une grande ligne de cassure prolongeant dans ces régions supérieures le cours inférieur du Fleuve Rouge, et jalonnée par des escarpements calcaires depuis Man-Hao jusqu'à Ta-Li-Fou, détermine la formation de la vallée haute de Ko-Tiou, bordée en falaise, vers l'Est, par le calcaire triasique moyen. Entre Ko-Tiou et Man-Hao, on rencontre dans cette dépression le Permien supérieur auprès d'In-Ko-Tan. Le calcaire à Productus, relevé, comme au Tonkin, sur la rive droite du Fleuve Rouge, forme une terrasse de 2.000 mètres d'altitude, à So-Pou-Ti et au village lolo de La-Ka. Dans la descente sur le Fleuve

Digitized by Google

Rouge, la base de ce calcaire à Productus apparaît très nettement à 1.600 mètres, et on atteint par une pente rapide le bac de Man-Pan (300 mètres), dans les terrains cristallophylliens. Les schistes feldspathisés et la pegmatite apparaissent sur la rive droite jusqu'à 1.100 mètres d'altitude (Kha-Vou-Kha). La petite ville de Hong-Chouen-Li, où le Tou-Sse-Long nous a fait l'accueil le plus amical, est située à 1.500 mètres, sur une terrasse fertile de carbonifèrien inférieur.

Au retour par To-Mou-Ko, j'ai pu visiter une mine d'étain momentanément inactive. Le patron essayait pour le moment l'exploitation de l'or à Ta-Lan, région de Se-Mao; mais la laverie d'étain fonctionnait encore.

Le gisement dans lequel j'ai pénétré sur une centaine de mètres consiste en un filon d'une puissance moyenne de $0^m,70$ à 1 mètre en plein calcaire triasique. Il est situé un peu au Sud du village de To-Mou-Ko, à 2.000 mètres d'altitude. Il était exploité par gradins renversés, à partir de l'affleurement. Sa direction est à peu près parallèle à celle du Fleuve Rouge. Les parois calcaires sont ondulées par de nombreuses traces de corrosion. Le remplissage, complètement transformé par les eaux superficielles, ne se compose plus que d'une argile rouge, renfermant des grains de cassitérite, et d'une richesse naturellement très variable. Le minerai trié à la main est déjà très riche. Le lavage, très facile, est fait avec l'eau d'une mare voisine, au moyen de tables inclinées. Sur leur surface, aboutissant à une gouttière, et balayée par l'eau, les ouvriers, munis de rabots en bois, remontent le minerai jusqu'au complet débourbage. Le minerai lavé fournit par réduction 75 0/0 d'étain brut.

La mine de To-Mou-Ko n'employait qu'une quarantaine d'ouvriers, tandis que celle de Tse-Men-Tong, par exemple, située à une quinzaine de kilomètres au Nord-Est, en emploie au moins 600. Pour me rapprocher de cette

Digitized by Google

localité, j'ai été le soir au petit village indigène de Ma-Lou-Tan, en passant près de Long-Téou-Tchai, siège d'une ancienne mine de plomb argentifère. Le filon, jalonné du Nord au Sud par des puits de faible profondeur, sur près de 1 kilomètre, paraît avoir été exploitable sur une grande épaisseur. Les travaux n'ont pas été repris après la révolte musulmane, et ne seraient plus rémunérateurs pour la métallurgie chinoise, par suite de la cherté du charbon de bois.

Dès le lendemain matin, nous avons été attaqués par environ 250 mineurs descendus du Tse-Men-Tong. Notre caravane se composait de l'interprète, de cinq domestiques ou muletiers, de quatre soldats et d'un agent du sous-préfet de Mong-Tze. Les soldats portant toujours sur eux des vestes de rechange, tout le monde prit l'uniforme, et s'arma de bâtons. Quelques coups de fusil tirés en l'air par les soldats suffirent à disperser les assaillants, qui nous laissèrent prisonnier un mineur étourdi d'un coup de bâton.

Je dus renoncer à la visite des grandes mines d'étain. D'après la description qui m'en a été faite, la plupart des gisements sont analogues à celui de To-Mou-Ko et sont encore encaissés dans les calcaires; mais quelques-uns consistent en amas du même minerai, résultant de la destruction locale des calcaires encaissants. Les plus grands amas sont exploités à ciel ouvert.

4° De Mong-Tze à Ko-Tiou et Mien-Tien. — Après avoir réuni un nombre plus élevé de soldats, je me rendis, le 5 mai, à Ko-Tiou, centre des mines d'étain. C'est une ville plus peuplée que Mong-Tze (1.000 maisons pouvant renfermer 10.000 à 12.000 habitants). Elle renferme les ateliers de lavage les plus importants et les fours employés à la réduction du minerai.

Après avoir longé le lac de Mong-Tze, la route suivie

Digitized by Google

par les caravanes d'étain commence à s'élever sur la bordure bariolée du bassin.

Une première laverie est établie au lieu dit Pe-Cha-Tchong, sur les bords d'un petit torrent aboutissant au lac. Elle traite un minerai relativement médiocre, qui provient surtout de petits filons exploités dans le voisinage. Il est pyriteux, cuprifère et arsenical, communiquant aux eaux de lavage une odeur alliacée. Le produit du lavage donne par fusion au charbon de bois environ 45 0/0 d'étain métallique. Le sentier monte ensuite en gradins d'une excessive raideur sur un terrain formé de schistes permo-triasiques métamorphisés par de nombreux dykes de pegmatite à tourmaline. La roche métamorphique elle-même contient de la tourmaline (Michel Lévy et Lacroix). Vers 1.900 mètres d'altitude, le terrain feldspathisé fait place à un quartzite qui supporte le calcaire triasique moyen de Mong-Tze, à partir de 2.100 mètres d'altitude. La faille si nettement parallèle à la direction normale du Fleuve Rouge, qui forme une chaîne rectiligne située à l'Ouest de Mong-Tze, marque ainsi une dénivellation d'environ 500 mètres dans l'horizon triasique moyen.

La ville de Ko-Tiou se trouve, vers 1.500 mètres d'altitude, au pied de la cassure dont il a déjà été question comme prolongeant le cours inférieur du Fleuve Rouge, et qui apparaît dans le calcaire surmontant le quartzite. La vallée de Ko-Tiou est ainsi limitée à l'Est par une paroi verticale rectiligne d'une grande longueur. La surface du sol forme une dépression dont les eaux se réunissent le long de cette paroi, pour disparaître dans une grotte qui les conduit souterrainement, vers l'Est, au bassin de Mong-Tze.

Dès mon arrivée, le mandarin me fit dire qu'il lui était impossible d'assurer ma sécurité hors de la ville. En parlementant, je me mis cependant d'accord avec lui pour une course dans la montagne à l'Est, la région minière

Digitized by Google

la plus importante étant située à l'Ouest et au Sud de Ko-Tiou. Je savais rencontrer entre Ko-Tiou et Mong-Tze une autre petite mine, désignée sous le nom de Ma-La-Ken, et située, comme la plupart des grandes exploitations, à l'altitude d'environ 2.700 mètres. Le mandarin fit répandre le bruit que je n'allais pas voir les mines, et m'envoya dix de ses soldats. Je pus alors, avec une escorte d'une vingtaine d'hommes, traverser les laveries avant l'ouverture du travail, et pénétrer par une rapide ascension, à 2.400 mètres, dans la région complètement dénudée et déserte occupée par les pitons du Trias moyen.

La mine de Ma-La-Ken, située presque sur la crête qui borde la plaine de Mong-Tze, et employant une quarantaine d'ouvriers (laverie comprise), exploitait, par des descenderies très étroites, qui pénètrent, paraît-il, jusqu'à 200 mètres de longueur, dans un filon de 1^{m},20, incliné à 20° vers l'Est, et paraissant à peu près dirigé du Nord au Sud. L'exploitation des terres rouges périclitait par la disparition graduelle de l'étain, le remplissage devenant de plus en plus cuivreux. En fait, les résidus rejetés comme stériles contiennent un véritable minerai riche en oxyde de cuivre, formant des rognons compacts accompagnés de carbonate et de phillipsite. Le gisement mériterait donc d'être exploré à cet égard. Des filons de pyrite cuivreuse et de plomb argentifère, actuellement abandonnés, ont été aussi exploités anciennement dans le voisinage.

Le retour à Ko-Tiou fut difficile. On rencontra des panthères; les chevaux, effrayés, se débandèrent, et, quand on put les réunir, nous fûmes entourés, aux abords de la ville, par une multitude hostile, qui nous réduisit à nous barricader dans l'auberge, et à la quitter dès le lendemain, au petit jour.

Le trajet de Ko-Tiou à Mien-Tien s'effectue en suivant

Digitized by Google

la vallée creusée dans le Trias inférieur le long de la grande cassure de Ko-Tiou. Cette vallée aboutit, sans accidents notables du terrain, au bassin quaternaire de Lin-Ngan, et rendrait facile l'établissement d'une voie étroite qui relierait Ko-Tiou à la ligne de Mong-Tze à Yun-Nan-Sen. Il est à noter que la région de Ko-Tiou est totalement dépourvue de ressources agricoles. Les 30.000 habitants occupés exclusivement par l'exploitation des mines payent le riz à un prix double du cours de Mong-Tze. Ils reçoivent tout par caravanes venant de Lin-Ngan, mais aussi accessoirement de Mong-Tze, et même de Hong-Chouen-Li par To-Mou-Ko. La plupart des mineurs sont originaires de Lin-Ngan, et n'habitent que temporairement la haute région(*).

Avant d'atteindre Lin-Ngan, la vallée de Ko-Tiou renferme d'ailleurs une belle plaine triasique fertile, désignée sous le nom de Ta-Tien-Pa.

C'est entre cette localité et Ko-Tiou que se trouvent, sur le bord même du chemin, les schistes fossilifères de Sui-Long-Tien, classés par M. Douvillé dans le Trias inférieur. D'après mes observations stratigraphiques, ils surmontent la formation salifère du Permien supérieur.

A l'extrémité orientale du bassin quaternaire du Lin-Ngan, sur la route de Mong-Tze à Yun-Nan-Sen, se trouve le gros village de Mien-Tien. On y exploite simultanément, par puits temporaires, une argile à poterie, et une couche de lignite, d'un mètre au plus, située à quelques mètres de profondeur.

Le gisement est étendu. On rencontre sur plusieurs kilomètres des filets charbonneux dans la plupart des ravins. Le lignite se compose surtout de bois fossile, souvent pyriteux, mais peu cendreux (5 à 7 p. 100).

(*) Voir la *Note sur la législation chinoise* (*Annales des Mines*, 1900, 9e livraison).

Digitized by Google

A 10 kilomètres de Mien-Tien, le calcaire triasique renferme une belle grotte désignée sous le nom de Ien-Tse-Tong, et transformée en une pagode fréquentée par divers pèlerinages. Elle donne issue, vers le bassin du Si-Kiang, à la rivière venant de Lin-Ngan, et qui a disparu souterrainement, laissant ainsi un passage libre au chemin de Mong-Tze à Yun-Nan-Sen.

A 12 kilomètres au Sud de Mien-Tien, sur le flanc de la bordure occidentale du bassin quaternaire, se trouve la mine de cuivre de Vei-Tao-Chan (altitude : 1.800 mètres). L'exploitation est établie dans les grès permotriasiques, profondément modifiés par une imprégnation ferreuse très étendue. Le filon paraît, comme celui de Ma-La-Ken, dirigé à peu près du Nord au Sud. Quatre descenderies percées à flanc de coteau, en demi-pente, à environ 15 mètres de distance suivant la verticale, pénètrent d'une cinquantaine de mètres dans le gîte. La mine occupe une vingtaine d'ouvriers. L'avancement moyen qu'un piqueur obtient, sans explosif, y est d'environ $0^{m},30$ par jour sur 1 mètre carré de section. Le minerai trié est transporté aux frais du patron jusqu'à Yun-Nan-Sen, en six journées de cheval. La teneur moyenne est de 30 à 40 p. 100 de cuivre, provenant d'un mélange de carbonate, phillipsite et pyrite cuivreuse. La proportion de silice s'élève jusqu'à 40 p. 100. Le cours officiel du cuivre étant de 13 taëls les 100 livres, la Régie impériale paye ce minerai environ 170 francs la tonne.

Dans ces conditions, le patron fait peu de bénéfices ; les habitations qui entourent la mine sont en ruines, et les travaux sont près d'être abandonnés.

Entre Mien-Tien et Mong-Tze, il y a lieu de signaler le puissant dépôt de tufs de Pan-Che-Hoa, situé à la surface du sol et exploité comme pierre de construction. Il fournirait peut-être de la chaux moins magnésienne que celle des calcaires triasiques.

Digitized by Google

ITINÉRAIRE V.

DE MONG-TZE A YUN-NAN-SEN.

(Du 23 mai au 6 juin 1898. Pl. VII, *fig.* 3.)

Deux routes de caravanes conduisent de Mong-Tze à Yun-Nan-Sen. L'une suit d'abord la région des lacs, et passe ensuite près de Lin-Ngan. C'est celle qui se rapproche le plus du tracé de la voie ferrée. Comme elle reste presque constamment dans les bassins quaternaires, elle donne peu d'indications géologiques. Elle a d'ailleurs été parcourue ensuite par M. Monod. La seconde route, sujette à des variations d'altitude bien plus importantes, descend franchement dans le bassin du Si-Kiang.

Ayant décidé de la suivre, je me suis rendu à Ta-Tchouang, gros village musulman situé au Nord de Mong-Tze, sur le prolongement de la lisière calcaire qui forme la limite Nord-Est du bassin. Je n'ai retrouvé en cet endroit aucune trace du gisement de mercure natif signalé dans l'ouvrage de M. Rocher; mais son existence est parfaitement probable, car les filonnets de cinabre disséminés au Kouei-Tcheou se prolongent jusqu'auprès de cette région.

De Ta-Tchouang à A-Mi-Tcheou, on franchit d'abord la bordure calcaire orientale du bassin de Mong-Tze par un col d'environ 100 mètres de hauteur. Le calcaire y apparaît surmonté de grès schisteux bariolés, qui prennent bientôt une forte inclinaison vers l'est. Ils deviennent presque verticaux sur le versant qui regarde A-Mi-Tcheou. La direction des bancs est à peu près Nord-Sud, bien qu'on constate dans les calcaires la trace des diverses cassures perpendiculaires au Fleuve Rouge. En continuant à descendre sur A-Mi-Tcheou, on rencontre dans les grès une couche charbonneuse altérée, provenant évidemment d'une

Digitized by Google

houille cendreuse de plusieurs mètres d'épaisseur, mais verticale et très bouleversée. Elle paraît avoir été l'objet de quelques tentatives d'exploitation. Elle s'enfonce sous le bassin lacustre d'A-Mi-Tcheou, situé à 1.150 mètres d'altitude et d'un aspect analogue à celui de Mong-Tze. Ce bassin est bordé à l'Est par une série de collines bariolées où les îlots calcaires n'apparaissent qu'assez rarement sur les sommets les plus élevés. Les couches qui forment ces collines doivent être rapportées à l'étage triasique supérieur, les calcaires qui les surmontent étant l'équivalent du massif liasique, dolomitique et fossilifère de Iao-Pou.

La houille abonde sur le marché d'A-Mi-Tcheou. On l'y amène en blocs parallélipipèdes assez solides pour être liés sur les bâts. Deux blocs d'environ 35 kilogrammes forment ainsi une charge de cheval. Le prix de vente varie d'environ 7 francs à 10 francs la tonne. Sans compter les affleurements voisins d'A-Mi-Tcheou, et dont il a déjà été question, deux gisements sont en exploitation dans la région.

Le plus important est celui de Pou-Tchao-Pa, situé à 25 kilomètres au Nord-Est d'A-Mi-Tcheou. J'évalue sa distance avec Mong-Tze à 65 kilomètres. Je l'ai visité le 25 mai 1898. Un sentier fortement détérioré par les transports chemine d'abord au milieu des collines triasiques supérieures et rhétiennes, puis aboutit dans une large plaine bien cultivée, à 1.300 mètres d'altitude, arrosée par un important affluent du Pa-Ta-Ho. Un grand cirque creusé par l'érosion de cette rivière met à nu, sur une grande longueur, l'affleurement d'une couche faiblement inclinée vers l'Est, et qui, autant que j'ai pu en juger, semble atteindre 20 mètres d'épaisseur. Cet affleurement est exploité un peu partout à ciel ouvert. La houille est taillée sur place, dans les parties dures de la couche, en blocs de 35 kilogrammes, puis chargée soit sur des chevaux, soit sur des yacks, qui

Digitized by Google

les amènent par un relai intermédiaire jusqu'au marché d'A-Mi-Tcheou. Ce charbon est d'un bel aspect dans les parties profondes : mais, comme on n'attaque guère que les bancs dénudés depuis longtemps par la rivière, les blocs sont en général fendillés et d'un aspect terne.

L'analyse, faite au bureau d'essai de l'Ecole Supérieure des Mines, et vérifiée par plusieurs déterminations concordantes, sur un de ces échantillons quelque peu altérés, a donné les résultats ci-dessous :

Eau hygrométrique.....	6	p. 100
Matières volatiles.....	38	—
Carbone fixe.....	51	—
Cendres.....	5	—

Le pouvoir calorifique est de 7.060 calories.

C'est donc un combustible de grande valeur. Le gisement se trouve à environ 1.250 mètres d'altitude. Tout l'ensemble du terrain est très régulier. Les collines de grès versicolore qui dominent l'affleurement paraissent de loin supporter elles-mêmes des lambeaux de calcaire infraliasique.

On peut évaluer à 2 ou 3.000 tonnes par an la production actuelle d'A-Mi-Tcheou, qui ne possède d'autre débouché que la consommation locale d'une région peu peuplée, dans laquelle le bois ne fait pas encore complètement défaut.

Le gisement le plus voisin de Mong-Tze est celui de Ni-Ou-Ke, qui fournit une houille brillante, souvent menue, mais toujours flambante, et employée surtout à Mong-Tze pour la distillation de l'alcool de riz.

Les affleurements se trouvent à 15 kilomètres d'A-Mi-Tcheou et à 36 kilomètres environ de Mong-Tze. Je les ai visités, le 26 mai 1898, en passant par les villages de A-Long-I et Hong-Tang-Tze. On y exploite une couche d'environ $1^{m},20$, très régulière, plongeant nettement vers l'Est

Digitized by Google

sous les calcaires, à l'altitude de 1.450 mètres. L'affleurement est reconnu par diverses descenderies sur au moins 300 mètres de longueur. Les échantillons que j'ai prélevés contenaient de 30 à 35 p. 100 de matières volatiles. La teneur en cendres après triage ne dépasse guère 6 p. 100; mais les consommateurs peu instruits de Mong-Tze reçoivent souvent des menus schisteux à 17 p. 100 de cendres, comme j'en ai vu en suivant les remparts de la ville en compagnie de M. le consul de la Bâtie. Le gisement de Ni-Ou-Ke paraît devoir être rapporté à l'étage rhétien, comme le précédent.

Le 27 mai, je me suis rendu d'A-Mi-Tcheou à Kouai-Ti (altitude 1.100 mètres), en suivant d'abord la rivière d'A-Mi-Tcheou et traversant ensuite celle qui sort de la grotte de Ien-Tze-Tong. On rencontre toujours les schistes et grès versicolores, butant à l'ouest contre le calcaire triasique.

Le 28 mai, je me suis rendu de Kouai-Ti à Pong-Pou, suivant toujours une fracture dirigée Nord 20° Est. Je constate, à plusieurs reprises, l'existence des couches versicolores. Pong-Pou est un très long village d'environ 6.000 habitants.

Le 29 mai, on suit le long de la cassure des calcaires triasiques, les couches versicolores inclinées de 10 à 20° vers l'Est, où elles apparaissent encore couronnées dans le lointain de calcaires supérieurs.

Au Nord de Tchou-Iuen, la vallée se rétrécit, des calcaires triasiques apparaissent à l'Est, se rapprochent de la cassure, et la rejoignent à l'altitude de 1.300 mètres.

Le 30 mai, de Tchou-Iuen à Mi-Leu, le chemin remonte lentement jusqu'à l'altitude de 1.600 mètres, en suivant toujours la même faille. La surface du sol est d'abord parallèle à la stratification du calcaire, qui s'élève ainsi vers le Nord pour disparaître à environ 20 kilomètres de Tchou-Iuen, sous un nouveau lambeau de couches versi-

Digitized by Google

colores. A partir de ce point, on chemine constamment sur un plateau de grès nivelé par quelques dépôts lacustres. Il est dominé vers l'Ouest par une arête N.-20°-E. terminant le plateau supérieur de calcaire à Productus, et composée de pitons s'élevant de 300 à 400 mètres. A 3 kilomètres au Sud de Mi-Leu, des lambeaux versicolores apparaissent vers l'Ouest. Ils bordent la falaise calcaire, et paraissent de loin renfermer des affleurements charbonneux.

Un gisement houiller se rencontre à l'Est et au Nord de Mi-Leu, sur une surface à laquelle je crois pouvoir assigner 10 ou 15 kilomètres du Nord au Sud.

Partout, à peu de profondeur au-dessous de la surface du sol, on voit affleurer dans les ravins une couche exploitée dans les parties les moins altérées. Des puits temporaires, de 1 mètre de diamètre et de 10 à 15 mètres de profondeur, descendent jusqu'à cette couche. Elle a environ 1^{m},20 d'épaisseur. La houille qui s'y rencontre est, en général, altérée. Cependant on la retrouve très brillante lorsqu'elle est encaissée dans les schistes qui ont conservé leur couleur primitive gris noirâtre, leur aspect versicolore n'étant dû qu'aux actions atmosphériques superficielles. Dans un échantillon de ces schistes, M. Zeiller a reconnu des végétaux appartenant à l'étage rhétien.

L'exploitation est relativement assez active.

La descente du charbon à Mi-Leu s'effectue par des charrettes à bœufs portant au moins 300 kilogrammes.

L'analyse d'un échantillon moyen, prélevé sur les charrettes, a fourni les résultats ci-dessous :

Cendres	9,54
Matières volatiles	36,80
Coke	63,20

Pouvoir calorifique, 7.081 calories.

Digitized by Google

Les consommateurs chinois, toujours très ignorants des diverses qualités de houille, emploient le charbon de Mi-Leu aussi bien à la fabrication de la chaux et des poteries qu'au chauffage domestique. D'après le nombre des charrettes employées au transport, la production peut atteindre 3 à 4 tonnes par jour.

Le 31 mai, de Mi-Leu à Ta-Me-Ti, le sentier change de direction, et s'engage dans la falaise calcaire qui limite le plateau de Yun-Nan-Sen.

On s'élève progressivement de 1.500 à 2.100 mètres, en franchissant une série de failles Nord-Nord-Est, accompagnées de cassures perpendiculaires. Vers 2.100 mètres on rencontre un niveau de phtanites caractéristiques situé à la base du calcaire d'Along. Le village de Ta-Me-Ti (*) se trouve sur cette formation, entouré de cirques d'effondrements et de pointements multipliés, qui sont presque caractéristiques des régions formées par le calcaire à Productus. Des débris de Permo-trias se retrouvent sur le plateau entre les pointement scalcaires.

Le 1er juin, de Ta-Me-Ti à Lou-Nan-Tcheou, on passe à 2.200 mètres en traversant une curieuse région de calcaires ruiniformes, qui couvrent à perte de vue toutes les collines à l'Est de Lou-Nan. Ces calcaires disparaissent sous les couches bariolées, et celles-ci portent elles-mêmes un lambeau de grès rouge du Permien supérieur, auprès duquel est bâtie la ville de Lou-Nan. J'ai recueilli dans les calcaires ruiniformes les fossiles bien conservés qui ont été soumis à l'examen de M. Douvillé. L'étude approfondie à laquelle ce savant a bien voulu se livrer classe l'horizon calcaire de Lou-Nan dans la partie moyenne de l'étage permien.

(*) Localité de même nom que celle des mines de cuivre dont il sera question dans la suite. Ce nom signifie probablement « les grandes rizières ».

Digitized by Google

Au-dessons du grès rouge, sur la bordure ouest de la plaine quaternaire de Lou-Nan, avant d'atteindre une nouvelle faille orientée Nord-Nord-Est, on rencontre encore des lambeaux bariolés recouvrant quelques affleurements de houille de faible étendue.

La houille employée assez couramment à Lou-Nan n'est pas le charbon flambant rhétien. C'est un combustible correspondant à peu près à nos charbons mi-gras. D'après les renseignements que j'ai recueillis sur place, il provient d'une localité désignée sous le nom de Ta-Mi-Ka, située à 45 kilomètres à l'est de Lou-Nan et à 20 kilomètres de Kouang-Si-Tcheou. L'exploitation est, paraît-il, peu importante, quoique les produits soient de bonne qualité. Je n'ai pas eu le temps de visiter ce gisement ; il est d'ailleurs situé auprès d'un autre centre d'exploitation, situé à Tou-Tza, et qui expédie en même temps du coke jusqu'à Lou-Nan.

Quoique je n'aie visité Tou-Tza que plusieurs mois plus tard, et en compagnie de MM. de Vaulserre et Monod, je crois devoir insérer ici les renseignements qui se rapportent à cette exploitation. Elle se trouve à peu près exactement à égale distance entre Kouang-Si-Tcheou et Lou-Leang. Nous nous y sommes rendus en partant de Lou-Me-I, résidence du P. Vial, missionnaire, qui est située au milieu même des calcaires permiens fossilifères de Lou-Nan, à 6 kilomètres au Nord de cette ville. En marchant vers l'Est, dans la direction de Tien-Sen-Kouan, on rencontre d'abord, près de Iu-Long-Pa, une formation de travertins pleistocènes allongés du Nord au Sud et mesurant 2 à 3 kilomètres de l'Est à l'Ouest. D'anciennes traditions ont conservé la trace des sources chaudes qui ont donné naissance à ce travertin.

A 10 kilomètres de Tien-Sen-Kouan dans la direction de Tchao-Koua, une faille dirigée Nord-Nord-Est fait apparaître une formation de schistes compacts, à l'altitude

Digitized by Google

d'environ 2.200 mètres. J'y ai trouvé toute une faune extrêmement intéressante que M. Douvillé classe dans le dévonien moyen. Un peu avant la rencontre de cette faille, on aperçoit des affleurements charbonneux sous les calcaires à Productus relevés.

De Tchao-Koua à Tou-Tza, on suit pendant 10 kilomètres environ le plateau dévonien, supportant par places quelques calcaires, puis on traverse une vallée Nord-Sud à 2.000 mètres d'altitude, qui forme le pied d'un massif de porphyrites andésitiques appartenant à une série de laccolites qui s'étend vers le Nord jusque dans la région du Fleuve Bleu. On monte sur la porphyrite jusqu'à l'altitude de 2.250 mètres, qui est celle du pittoresque village indigène de Tou-Tza.

Grâce au concours si dévoué du P. Henri Maire, nous y avons reçu de toute la population minière l'accueil empressé qu'elle avait déjà fait, deux ans auparavant, à quelques membres de la Mission Lyonnaise. Tout autour du village, mais surtout sur les flancs d'un ravin descendant vers Lou-Leang, la porphyrite supporte un faisceau de couches gréseuses et schisteuses, fortement inclinées vers l'Ouest, avec porphyrite interstratifiée. Ce terrain renferme trois et peut-être quatre veines de houille de $1^{m},50$ à 2 mètres d'épaisseur, séparées les unes des autres par des intervalles d'une vingtaine de mètres, et reconnues en affleurements sur une longueur d'environ 500 mètres.

Elles sont activement exploitées par plusieurs descenderies bien boisées. La couche inférieure est d'une inclinaison plus modérée, et se trouve vers 2.250 mètres d'altitude. On extrait de cet intéressant gisement une houille très brillante, dont la composition moyenne peut être représentée ainsi qu'il suit :

Digitized by Google

Eau	1,3
Matières volatiles	15,0
Carbone fixe	73,7
Cendres	10

Pouvoir calorifique, 7.500 calories.

Certains échantillons ne contiennent que 7 p. 100 de cendres. C'est donc une houille à coke parfaitement caractérisée. Les parties actuellement exploitées ne fournissent qu'un charbon d'une friabilité excessive, qui est tout entier transformé en coke sur le carreau même de la mine.

La calcination s'effectue en tas ovales de grandes dimensions, et d'environ 0m,60 de hauteur. Ces tas sont établis sur une aire plane et entourés d'une ceinture de briquettes. Celles-ci sont composées de menu aggloméré par addition d'argile et soumises à une calcination lente avant d'être employées à la construction des tas de carbonisation.

La population de Tou-Tza comprend approximativement une centaine de mineurs. La production, variable suivant les saisons, peut à certains moments atteindre 7 tonnes par jour. Le prix de vente du coke dans toute la région (transport compris) est de 500 sapèques la charge de cheval, soit environ 17 francs la tonne. Les habitants du village se fournissent gratis sur le carreau de la mine en échange du droit, consenti par eux aux mineurs, de couper dans la région les bois qui leur sont nécessaires. Le gain moyen des ouvriers varie de 100 à 200 sapèques par jour (0 fr. 25 à 0 fr. 50).

De Tou-Tza à Che-Tsong (altitude : 1.950 mètres), on retrouve constamment des pointements de porphyrite supportant le grès carboniférien, qui est lui-même surmonté de lambeaux de calcaires de Lou-Nan.

Le 3 juin 1898, continuant l'itinéraire de Mong-Tze à Yun-Nan-Sen, je me suis rendu de Lou-Nan à I-Léang,

Digitized by Google

sous-préfecture assez importante, située au milieu d'une plaine étendue et fertile. Le sentier, vraiment dangereux en certains endroits, s'élève rapidement de 1.800 mètres à 2.300 mètres, le long d'une cassure locale perpendiculaire à la grande faille Nord-Nord-Est qui limite le bassin de Lou-Nan.

Pendant toute l'ascension se rencontrent des alternances de schistes et calcaires en plaquettes très fossilifères, dans lesquelles M. Douvillé a reconnu un horizon appartenant au dévonien supérieur. Le gisement principal se trouve à Siao-Len-Tsin, petite source située à 2.200 mètres d'altitude, et à environ 15 kilomètres de Lou-Nan, auprès d'une de ces sortes de buvettes que les gens du pays tiennent de place en place sur le trajet des caravanes.

Le plateau de calcschistes, portant quelques rares témoins du calcaire carboniférien, presque tout entier supprimé, continue jusqu'au bord de la plaine de I-Léang (Gni-Liang), située elle-même à l'altitude de 1.600 mètres. La rivière qui traverse cette plaine, et qui vient du Nord, charrie des fragments de houille. On consomme du coke en plusieurs endroits de la ville. Il vient, paraît-il, de Siao-Tsa-Ke, localité située à 25 kilomètres vers l'Est. On trouve aussi dans cette ville, comme d'ailleurs à Yun-Nan-Sen même, une fort belle houille, qui vient d'une localité située à 40 kilomètres, au nord de I-Léang. Son prix est élevé, car la dépense de transport par les moyens chinois représente déjà plus de 20 francs par tonne.

La vallée de I-Léang est encore limitée à l'ouest par une cassure Nord-Nord-Est du calcaire. On la franchit à l'altitude de 2.250 mètres, en s'élevant d'abord à la surface d'un terrain de schistes et grès carboniériens inférieurs, qui apparaissent en concordance avec les schistes dévoniens de Siao-Len-Tsin. Ce terrain porte des témoins du calcaire à Productus.

Digitized by Google

La suppression de ce calcaire forme la riche vallée de Tang-Tche, dont le centre est encore occupé par un lac à la cote 1.900. Une couche de lignite de 0m,50 à 1 mètre d'épaisseur se trouve tout autour du village principal, à très faible profondeur. Les habitants l'exploitent presque exclusivement pour la consommation locale. Une curieuse source chaude, très abondante, sulfureuse et bitumineuse, dégageant de nombreuses bulles d'azote, sort, dans le village même, à une température de 75°. Elle alimente deux piscines, dans lesquelles les habitants de la région viennent soigner les rhumatismes et les affections cutanées. Ils s'y plongent parfois jusqu'au milieu du corps pendant des heures entières, malgré l'élévation de la température, que j'ai bien constatée au thermomètre, par deux fois, et à plusieurs mois d'intervalle, notamment avec MM. de Vaulserre et Monod. Nous n'avons d'ailleurs pas pu maintenir la main dans ce bain exceptionnellement chaud. Les missionnaires disent que les effets thérapeutiques sont très remarquables.

Sur la bordure du lac de Tang-Tche, le calcaire à Productus réapparaît sur l'étage inférieur de grès et de schistes, et forme un plateau qui s'élève jusqu'à près de 2.400 mètres. En redescendant sur l'immense plaine de Yun-Nan-Sen, on retrouve, vers 2.300 mètres, des traces de couches charbonneuses ; puis on passe sur la formation quaternaire qui s'étend jusqu'au lac.

ITINÉRAIRE VI.

COURSES AUTOUR DE YUN-NAN-SEN.

(Pl. VII, *fig.* 4.)

Je réunis ici, pour plus de clarté, aussi bien les observations relevées avant l'arrivée de MM. de Vaulserre et Monod que celles qui ont été faites en leur présence.

Digitized by Google

1° Bassin de Yun-Nan-Sen. — Le bassin quaternaire de Yun-Nan-Sen s'étendant sur environ 70 kilomètres de longueur, il serait difficile d'apprécier la constitution géologique de la région sous-jacente, si elle ne se révélait pas de distance en distance par des témoins du calcaire à Productus isolés au milieu d'un remplissage lacustre d'ailleurs peu puissant. Ces îlots calcaires appartiennent tous au permo-carbonifèrien, et leurs bases, sous lesquelles apparaît une formation schisteuse, sont sensiblement à la même altitude de 2.000 mètres. Ils se rencontrent dans la ville même de Yun-Nan-Sen, où ils forment divers rochers avec grottes transformées en pagodes.

Le même calcaire forme, suivant la direction principale Nord-Nord-Est, la belle falaise, rectiligne dans son ensemble, qui limite vers l'Est le lac et le bassin quaternaire en montrant vers le milieu du lac une cassure rectangulaire. Elle s'élève jusqu'à 2.300 mètres d'altitude. Les eaux du lac la traversent par une autre cassure perpendiculaire à sa direction d'ensemble, et rejoignent ensuite le Fleuve Bleu par la longue vallée rectiligne du P'ou-T'ou-Ho.

Le bassin de Yun-Nan-Sen possède ainsi sur toute sa ceinture un horizon houiller situé, suivant les localités, un peu au-dessous ou un peu au-dessus du sol quaternaire, et, par conséquent, dans une position très analogue à celle de l'horizon houiller connu au sud de Mong-Tze.

Dans les deux cas, les conditions topographiques n'ont pas facilité les découvertes locales, et il n'existe que de très petites exploitations peu connues même de la population chinoise. On en trouve une à Kieou-Long-Ouan, petite vallée au Nord-Est de Yun-Nan-Sen, près de la remarquable pagode de He-Long-Tan. Une couche presque horizontale, d'environ 1 mètre, se trouve à 40 mètres environ de la base du calcaire (Pl. X, *fig.* 1). On n'y a pratiqué que des excavations temporaires et peu profondes,

Digitized by Google

fournissant une houille altérée qui était employée sur place à la fabrication de la chaux. Les échantillons recueillis et analysés au Bureau d'essais ont donné les résultats ci-dessous :

Eau	1,3
Matières volatiles	11,0
Carbone fixe	65,7
Cendres argileuses	22,0

Pouvoir calorifique, 6.734 calories.

Sauf l'altération et la teneur en cendres, c'est une houille tout à fait analogue à celle de Tou-Tza.

En fait, la houille et le coke employés à Yun-Nan-Sen proviennent des gisements déjà signalés dans la région située à l'Ouest de cette ville.

2° **Région d'I-Men.** — La région située au Sud-Ouest de Yun-Nan-Sen a été explorée jusqu'à Ma-Teou-Chan, à 30 kilomètres au Sud-Sud-Ouest d'I-Men. Au point de vue hydrographique, le pays présente l'enchevêtrement le plus complet des trois bassins du Fleuve Rouge, du Fleuve Bleu et du Si-Kiang. Le relief est tout entier dû à l'érosion par les eaux pluviales, découpant de profonds ravins dans les couches marneuses et gréseuses du Permien supérieur, porté lui-même par le calcaire à Productus, et couronné par places de calcaire triasique. Celui-ci ne se rencontre qu'en lambeaux de faible étendue, et d'une puissance restreinte à 70 mètres ou 100 mètres au plus.

Les couches bariolées apparaissent à l'Ouest de Yun-Nan-Sen, sur la bordure de calcaire à Productus limitant le bassin lacustre. Ces couches permiennes alimentent, à Ngan-Lin-Tcheou, une source salée qui est exploitée par un procédé assez curieux. Un grand terrain horizontal, chargé des résidus les plus divers, est affecté à l'épandage de l'eau salée qui s'évapore librement à l'air. La

Digitized by Google

surface, couverte d'efflorescences, est ensuite enlevée, puis lessivée méthodiquement dans des baquets étagés. Le liquide saturé est évaporé à feu nu dans de grandes marmites en fonte. L'évaporation est conduite progressivement en enlevant d'abord les dépôts et en fractionnant ensuite la cristallisation du chlorure de sodium.

L'épandage préalable doit laisser dans les eaux d'infiltration une forte partie des sels de magnésium. Le sel de Ngan-Lin reste cependant un des plus impurs du Yun-Nan.

La région de Mi-Tsao et d'I-Men possède des gisements de cuivre d'un réel intérêt. L'un d'eux a été décrit en détail par M. Duclos dans le *Compte Rendu de la Mission Lyonnaise*.

Les filons d'hématite sont également très nombreux, mais la métallurgie n'utilise, dans cette région, que les minerais poreux qui se rencontrent dans les parties supérieures de divers filons cuprifères. La fabrication de la fonte s'effectue au charbon de bois dans de petits hauts-fourneaux (Pl. IX, *fig.* 1. Le cylindre soufflant est placé sous l'appentis à gauche du haut-fourneau. Le four de puddlage est au premier plan). La description détaillée de ces appareils a été donnée par MM. de Richthofen et Loczy. Ils sont, en somme, très analogues à ceux que la métallurgie européenne employait, il y a un ou deux siècles. Le soufflage s'effectue soit à bras d'homme, soit au moyen d'une turbine hydraulique. La machine soufflante est un cylindre en bois, à double effet, horizontal, dans lequel se meut un piston rendu étanche par une garniture de plumes de coq.

La fonte est coulée en plaquettes, puis puddlée dans une sorte de four de mazéage formé d'une voûte cylindrique surmontant une sole carrée garnie d'un mélange d'argile, de charbon de bois moulu et de scories de forge. Le soufflage est fait obliquement de haut en bas. On

Digitized by Google

couvre la sole de charbon de bois sur lequel on place les plaquettes de fonte, qui s'oxydent surtout avant la fusion. Au bout d'un certain temps, l'ouvrier brasse le bain par une ouverture latérale au moyen d'une perche en bois vert. Il forme ensuite avec un crochet en fer une petite loupe de 5 à 10 kilogrammes qui subit immédiatement un cinglage sommaire au marteau à bras. Elle est ensuite réchauffée et corroyée en plaquettes ou en petites barres.

Cet exposé montre que l'éducation professionnelle des ouvriers est assez avancée pour permettre de les employer dans une usine moderne après une assez courte initiation.

On fabrique aussi dans la même région les marmites hémisphériques qui sont l'élément essentiel du foyer domestique chinois (Pl. X, *fig.* 2). Le piston soufflant est souvent mû par une turbine horizontale, en bois, qui figure sur la photographie.) La fonte est amenée à l'état liquide dans de grands creusets en terre entourés de charbon de bois, et placés dans des fours cylindriques soufflés par une tuyère inférieure. Les moules sont en terre cuite recouverte d'une couche de charbon de bois pulvérisé. Ils sont fabriqués par des procédés de tournage et de moulage identiques aux nôtres. Le mouleur de fonte chinois serait parmi nous un très habile ouvrier. Il obtient couramment des marmites en calotte sphérique de 2 à 5 millimètres d'épaisseur atteignant 1 mètre de diamètre. On les exporte jusqu'au Se-Tchouan. Les salines de la région sont, d'ailleurs, un centre de consommation relativement important.

Entre I-Men et Sing-Chin, localité appartenant au tracé du futur chemin de fer, apparaissent les couches profondes du bassin permien supérieur. Ce sont des argiles marneuses noires et vertes, très compactes, découpées verticalement par les affluents supérieurs du Fleuve Rouge. Elles sont surmontées des couches bariolées inférieures

Digitized by Google

avec cargneules, puis d'un grès rouge et enfin d'un poudingue tantôt calcaire, tantôt quartzeux. La puissance de la formation argilo-gréseuse est d'au moins 600 mètres dans cette région. On retrouve dessus le sommet calcaire, probablement triasique, d'une altitude de 2.300 mètres, visible de loin dans la contrée qui porte le nom de Ma-Teou-Chan.

Toute la région comprise entre Lin-Ngan, Yun-Nan-Sen, la partie du Fleuve Bleu qui est voisine de cette ville, et Ta-Li, est ainsi entièrement couverte de Permien supérieur et de Trias. Sillonnée de ravins abrupts, elle porte surtout des forêts d'arbres résineux clairsemés. Les seules parties peuplées sont les plaines lacustres que la route mandarine traverse entre Yun-Nan-Sen et Ta-Li-Fou. La population est presque entièrement indigène, le pays offrant peu d'attraits à la colonisation chinoise.

D'après les indications recueillies pendant mon séjour à Mong-Tze par M. le capitaine Bourguignon, des affleurements de houille flambante et assez pure existeraient entre Tong-Hai et Lin-Ngan(*). Il y a en tous cas sur les marchés de la houille de belle qualité très probablement rhétienne.

Les couches compactes argileuses du permien supérieur n'existent que dans cette partie occidentale du Yun-Nan ; elles supportent avec une épaisseur variable les niveaux salifères qui les bordent, et qui ont probablement perdu leur sel dans la plupart des régions où le faisceau bariolé repose directement sur le calcaire à Productus, toujours fissuré.

(*) Pe-Kia-Tchouang, à 7 kilomètres au Sud de Lin-Ngan. Le prix sur le marché de Lin-Ngan est d'environ 12 francs la tonne.

Digitized by Google

ITINÉRAIRE VII.

DE YUN-NAN-SEN A TOUNG-TCHOUAN.

Ancien itinéraire de Doudart de Lagrée.

(Du 15 septembre au 11 octobre 1898. Pl. VIII.)

Les gisements de cuivre sont connus au Yun-Nan, dans un très grand nombre de localités; mais l'exploitation, moins rémunératrice que par le passé, se trouve maintenant concentrée dans quelques régions. L'élévation des frais de transport, sur des sentiers déplorables, rend actuellement les mines éloignées des usines complètement inexploitables. De son côté, la Régie impériale, qui conserve le monopole de la métallurgie, ne peut maintenir en activité que les fours placés au voisinage des régions forestières. Le nombre des mines abandonnées s'accroît dès lors constamment. L'approvisionnement en charbon de bois deviendra lui-même bientôt impossible. La Régie ne se le procure que par des procédés spéciaux à la Chine. En vertu de leur droit universel de réquisition, les mandarins frappent d'interdit l'exploitation des forêts qui leur sont nécessaires, en ne laissant au propriétaire que la faculté d'y fabriquer du charbon de bois qui doit leur être remis. Ils en fixent eux-mêmes le prix d'après les frais de fabrication et de transport, mais en supprimant, bien entendu, la plus-value qui résulterait de la rareté du combustible. Il en résulte que la population n'a aucun intérêt au repeuplement des forêts, et les dévaste elle-même pour son compte le plus possible.

Les deux principaux centres de fabrication du cuivre sont actuellement Toung-Tchouan et Oui-Si. Ayant été officiellement accrédité auprès du mandarin supérieur de Toung-Tchouan, j'ai quitté Yun-Nan-Sen, le 15 septembre, pour me rendre auprès de lui.

Digitized by Google

On franchit auprès de Ta-Pan-Chiao un bourrelet de calcaire à Productus pointant, comme d'ordinaire, à travers les marnes bariolées, puis on suit cet horizon jusqu'au bassin quaternaire de Yang-Lin. Cette plaine est à peu près aussi étendue que celle de Yun-Nan-Sen, mais moins bien irriguée. La ville la plus importante est Song-Min-Tcheou. Le sol est souvent formé directement par le calcaire ou les niveaux schisteux intercalés, le remplissage quaternaire étant mince et irrégulier. On rencontre des caravanes de coke, apportant à Yun-Nan-Sen les produits de la mine d'A-Long-Chi-Tchou, située à 16 kilomètres au Sud de Yang-Lin.

Le bassin quaternaire, avec alternance de petits lambeaux de permien, se poursuit à 2.050 mètres d'altitude jusqu'à 15 kilomètres de Yang-Kay. On passe ensuite sur un plateau montrant d'abord des pointements calcaires permo-carboniférien, puis une nappe de schistes marneux enclavant des bancs de grès rouge, et plongeant légèrement vers le Sud. Des cargneules y apparaissent à 2.150 mètres d'altitude. Un petit ravin montre nettement une couche charbonneuse, presque horizontale, de $0^{m},60$, entre deux bancs de grès et de schistes jaunâtres à 3 mètres de profondeur. Des érosions de plus en plus profondes montrent dans le permien des coupes de 20 mètres de hauteur, dans lesquelles on ne rencontre d'autres fossiles que des fragments de polypiers mal conservés. De Liou-Chou-Ho, petit village sur l'émissaire du lac de Yang-Lin, on redescend sur Kong-Chan, dans le grès couvert de maïs et de châtaigniers. A environ 100 mètres au Nord du village, une couche charbonneuse apparaît des deux côtés de la rivière. Il reste encore au-dessus quelques témoins isolés de calcaires à Productus. On continue à descendre dans les grès qui forment auprès du marché de Tien-Teou un rocher avec alternances de schistes au pied duquel le ruisseau charrie des grains de

Digitized by Google

houille. Enfin, un peu avant d'atteindre Kong-Chan, à 1.900 mètres d'altitude, le calcaire réapparaît sous forme d'un piton conique d'une vingtaine de mètres de hauteur, d'une régularité parfaite, complètement isolé au milieu des terres cultivées.

A partir de Kong-Chan, on quitte la vallée du Liou-Chou-Ho, pour commencer l'ascension d'un de ces massifs de porphyrite amygdaloïde qui se succèdent depuis la latitude de Yun-Nan-Sen jusqu'au Fleuve Bleu, portant sur leurs bords des pitons de calcaire carboniférien. On suit jusqu'au village de Siao-Long-Tan un chemin difficile que nous élargissons à la pioche. On trouve la porphyrite en plateaux à partir de Ti-Chan, le chemin s'élevant jusqu'à 2.800 mètres d'altitude. La végétation est naturellement très différente de celle des bassins carboniériens. Les fonds marneux entre les calcaires sont cultivés en blé ou en sarrasin. Cette dernière culture se maintient presque seule sur la porphyrite, qui forme vers le Nord, au-dessus de Lei-Tou-Po, une des régions qui doivent laisser au voyageur la plus mauvaise impression du Yun-Nan (*). On n'y trouve, comme ressources alimentaires, qu'un sarrasin amer, transformé par les indigènes en bouillie verte. Un grand massif de porphyrite d'aspect basaltique, s'élevant à environ 3.000 mètres, sépare le Liou-Chou-Ho de la rivière de Tche-Ki, en prolongeant le massif escarpé qui forme la rive droite du Fleuve Bleu. Au pied de ce massif, sur son versant oriental, existe une ancienne mine de cuivre, désignée sous le nom de Kou-Niou-Tchang. On descend ensuite depuis 2.700 jusqu'à 2.400 mètres d'altitude entre des escarpements de calcaire à Productus. A leur base, on rencontre le grès

(*) Depuis Doudart de Lagrée et Francis Garnier, ce chemin a été souvent suivi par les voyageurs se rendant du Yun-Nan par le Fleuve Bleu. Il a été notamment celui de M. Marcel Monnier, *Tour d'Asie*, Plon, 1899.

Digitized by Google

fissile en plaquettes, dont le village de Chao-Pai est entièrement bâti. A mesure qu'on descend vers Toung-Tchouan dans la vallée de Tche-Ki, le terrain devient schisteux. Il contient une veine charbonneuse de 0m,20 à 2.350 mètres d'altitude, au col le plus voisin de Toung-Tchouan. Après avoir suivi la rivière entre des escarpements de porphyrite amygdaloïde plus ou moins altérés (Mou-Koui-Tang), on pénètre dans le bassin quaternaire Est-Ouest de Toung-Tchouan, situé à 2.200 mètres d'altitude et entouré de pitons de calcaire carboniférien portés sur les flancs des croupes de porphyrite. Comme à Yun-Nan-Sen, des indices de houille se rencontrent sur les bords mêmes du bassin, notamment au Nord-Est, où une petite exploitation a servi pendant quelque temps pour la cuisson des poteries. Les schistes en place renferment des débris de *Stigmaria*. La formation calcaire commence à quelques mètres au-dessus et atteint environ 300 mètres d'épaisseur au village de Long-Ouang-Miao.

D'autres gisements de houille existent encore dans la région de Toung-Tchouan. Le bassin lacustre de Tche-Hai, situé à l'Est, possède aussi sur sa bordure des affleurements exploités assez activement.

Un horizon houiller, du calcaire à Productus, se rencontre encore à Cha-Ko, vers 2.600 mètres d'altitude, au-dessus du bassin de La-Kou. Dans cette localité, une grande faille au Nord-Nord-Est paraît relever les calcaires et mettre à nu le terrain houiller inférieur. A une quarantaine de mètres au-dessous du calcaire, une couche de houille non flambante, d'environ 1 mètre, a été exploitée sur plus de 1 kilomètre d'affleurement horizontal. Elle est encore employée à la fabrication de la chaux. Les schistes encaissants contiennent encore des débris de *Stigmaria*. Une seconde couche beaucoup plus épaisse (3 à 4 mètres) est visible dans le petit ruisseau situé à 50 mètres environ au-dessous de l'affleurement de

Digitized by Google

Cha-Ko. L'affleurement, très altéré, paraît cendreux.

Des gisements de cuivre très divers existent dans toutes les directions autour de Toung-Tchouan.

Je décrirai d'abord la mine de Lou-Pou, située à 45 kilomètres, dans la direction de Siao-Kia-(Ting), non loin de l'escarpement du Fleuve Bleu.

Le petit village indigène de Lou-Pou, voisin de la résidence où M. Coulmont, missionnaire, a bien voulu me recevoir, est situé à 2.500 mètres d'altitude entre un plateau permien et des croupes de porphyrite, dont la surface herbeuse et cultivée s'élève en pente douce jusqu'à la crête du Fleuve Bleu. Elle atteint ainsi l'altitude de 3.000 mètres et se termine le long du fleuve par des escarpements verticaux, souvent basaltiques. La pente moyenne qui relierait ces crêtes au lit du fleuve dépasserait 40 p. 100.

Un lambeau de schiste carboniférien se trouve encore sur la porphyrite, à 2.850 mètres d'altitude et à 5 kilomètres au Nord du village. Il renferme une veine de houille très altérée, de 1 mètre à $1^{m},50$, portant au toit un lit de gros rognons de fer carbonaté. Cette houille fournissait à M. Coulmont son combustible ordinaire. Elle est exploitée librement par les habitants.

La mine de cuivre se trouve au sein de la porphyrite elle-même. La roche est formée de bancs basaltiques entre lesquels des surfaces de séparation marquent une sorte de stratification. C'est dans un de ces plans, sorte de filon horizontal qui se poursuit à de grandes distances, qu'on exploite un remplissage de sulfate de baryte contenant du cuivre natif et oxydulé. Les orifices sont ouverts à flanc de coteau dans tous les points où la veine barytique est assez puissante pour permettre l'établissement d'une galerie basse sans entamer la porphyrite. Le mineur s'avance ainsi le plus loin qu'il peut en abattant à coups de masse les veines et les noyaux de minerai qui se

Digitized by Google

trouvent à sa portée. Il est obligé de renoncer à sortir les blocs de cuivre natif, dès que leur dimension dépasse celle de son étroite galerie. La richesse moyenne du gisement est certainement considérable; mais il est difficile de l'évaluer, car les parties minces sont abandonnées, et sont tout aussi minéralisées que les autres. La mine n'est ouverte que depuis un an. Elle occupe une centaine d'ouvriers qui travaillent sous divers patrons et se déclarent très satisfaits des résultats obtenus. Leur salaire moyen est d'environ 15 francs par mois; mais ils reçoivent, en outre, environ 900 grammes de maïs par jour et sont un peu intéressés aux bénéfices du patron. Le minerai trié, renfermant de 20 à 40 p. 100 de cuivre, est transporté à Toung-Tchouan, et acheté par les mandarins au prix de 3 fen la livre, soit par tonne environ 170 francs, comprenant au moins 20 francs de frais de transport à la charge du patron. Les résidus rejetés comme sans valeur contiennent encore 15 p. 100 de cuivre. La production ne doit guère dépasser une demi-tonne par jour. On rencontre dans toute la contrée des gisements analogues. Ils sont exploités notamment à Lou-Fong-Keou (15 kilomètres au Sud-Ouest de Lou-Pou). Le gisement de Kou-Niou-Tchang est de la même catégorie.

Les noyaux de cuivre oxydulé ou natif, laissés par la décomposition de la porphyrite, se rencontrent souvent à la surface du sol autour de Toung-Tchouan. Les habitants s'en fabriquent parfois eux-mêmes des ustensiles de ménage sans faire intervenir la Régie impériale. Sur le marché de Toung-Tchouan, le prix du cuivre natif est de 9 fen la livre chinoise, soit environ 510 francs la tonne.

Beaucoup d'autres gisements métallifères existent d'ailleurs dans les escarpements des bords du Fleuve Bleu. On trouve, par exemple, sur la crête même de Lou-Pou, au-dessus du village de Ma-Hong, un filon de galène ar-

Digitized by Google

gentifère un peu exploité en contre-bas. Des gisements de bioxyde de cobalt manganésifère sont exploités activement à Hong-Lo, à 30 kilomètres au Nord-Est de Lou-Pou. Ce minerai est acheté par les fabriques de porcelaine du Kiang-Si. La qualité ordinaire se vend couramment 0,13 taël la livre chinoise à Toung-Tchouan. La meilleure qualité atteint 0,30 taël, prix correspondant à environ 1.700 francs par tonne. Elle est exceptionnellement riche en cobalt et ne contient pas de cuivre.

Le principal gisement de cuivre qui soit actuellement exploité aux environs de Toung-Tchouan est le groupe des mines de Tang-Tan, situé auprès du village de Ta-Me-Ti, résidence du mandarin supérieur.

Après avoir franchi la bordure de calcaire à Productus, toujours surmonté de lambeaux permiens, qui limitent, à l'Est, la plaine de Toung-Tchouan, on pénètre dans le profond ravin de Siao-Kia-Pin, creusé le long d'une cassure Est-Ouest. Ce ravin renferme près de son origine, c'est-à-dire à 13 kilomètres de Toung-Tchouan, une source sulfureuse semblable à celles de Tang-Tche et de Ngan-Lin, mais se maintenant, comme cette dernière, à la température d'environ 45°. Elle sort à la base des calcaires fétides et passe, avec un débit de 15 à 20 litres par minute, dans une piscine attenant à une petite pagode (altitude, 2.000 mètres). Un peu au-dessous de cette source apparait la formation gréseuse inférieure. Elle se compose d'abord d'un gros poudingue ; puis elle renferme, à environ 100 mètres au-dessous de la base des calcaires, une couche extrêmement régulière de schistes charbonneux altérés, presque horizontale, d'au moins 6 mètres de puissance, qu'on aperçoit sur plus de 1 kilomètre au fond du ravin Est-Ouest de Siao-Kia-Pin. Un autre ravin dirigé vers le Nord montre une coupe perpendiculaire de cette même couche.

En continuant à descendre vers le Liou-Chou-Ho, on

Digitized by Google

rencontre les érosions extrêmement accidentées qui sont presque caractéristiques des horizons carboniériens inférieurs. Des chutes de calcaire compromettent souvent la sécurité du passage et retentissent au loin dans la vallée. En arrivant auprès du Liou-Chou-Ho, le permien supérieur se retrouve fortement incliné et abaissé vers l'Ouest, le long de la grande faille qui forme la rive droite du Fleuve Bleu, à la hauteur de Lou-Pou. La rivière coule sur un lit de calcaire bleu d'une largeur de 300 à 400 mètres, entre des berges de permien. On remonte la rivière pendant une dizaine de kilomètres pour retrouver, à Ta-To, une terrasse de calcaire à Productus portant ce village à 1.400 mètres d'altitude. Un affleurement de houille d'ailleurs médiocre existe au fond d'une petite vallée transversale.

Suivant alors la route muletière de l'ancienne Société japonaise, on remonte encore le Liou-Chou-Ho pendant une dizaine de kilomètres pour arriver au calcaire triasique de Ta-Me-Ti. Ce village se trouve à 2.200 mètres d'altitude, entouré de débris de permien. Il possède une usine métallurgique construite par les Japonais. Le mandarin Liou-Ta-Jen, directeur de la circonscription minière de Toung-Tchouan, avec le grade de Chen-Tai, me fit le meilleur accueil et me garda pendant trois jours avec toute mon escorte dans son yamen (Pl. X, *fig.* 9).

Les principales mines de la région, formant le groupe de Tang-Tan, comprennent quatre groupes principaux :

1° Sin-Tchang, un peu au-dessus et à l'Ouest de Ta-To. Ce gisement a occupé 300 ouvriers. Il est actuellement abandonné comme trop éloigné de l'usine ;

2° Pe-Si-La, filon dans le carboniférien inférieur, aménagé à l'européenne par les Japonais, à 15 kilomètres à l'Ouest de Ta-Me-Ti. L'exploitation a occupé 300 ouvriers ; elle est suspendue, comme trop lointaine. Il existe d'ail-

Digitized by Google

leurs à Ta-Me-Ti un stock notable du minerai de Pe-Si-La, difficile à utiliser par le procédé actuel de fusion;

3° Lao-Sin-Tchang, occupant encore 200 ouvriers, à 4 kilomètres à l'Ouest de Ta-Me-Ti;

4° Enfin, le groupe de Lao-Tchang, comprenant les deux annexes de Lao-Min-Tsao et Sin-Min-Tsao. Il est situé tout près de Ta-Me-Ti et occupe 1.100 ouvriers.

Les fonctions de Liou-Ta-Jen consistent dans le règlement des contestations entre les mineurs, l'achat du minerai et la fabrication du cuivre. Il n'intervient pas dans la conduite des travaux, qui est laissée aux patrons mineurs. Il a bien voulu me faire visiter lui-même le gisement de Lao-Tchang. C'est une sorte de stockwerk formée par le minerai, pyriteux à l'origine, mais presque entièrement transformé en carbonate et accompagné par des concrétions rubanées barytiques. A 2.350 mètres d'altitude, le massif calcaire est percé de nombreuses galeries (plus de 300). Elles s'étendent jusqu'à 1.500 mètres de longueur dans les veines les plus favorables. Le minerai trié est apporté à l'usine par les mineurs et soumis à l'acceptation pure et simple du mandarin. Il est payé sur la base d'une teneur de 20 p. 100 en cuivre, ce métal étant évalué au cours suivant lequel il est pris au mandarin par le Trésor impérial. Il en résulte que le mandarin refuse tous les minerais qui ne présentent pas l'excédent de teneur nécessaire pour payer les frais de fusion (Pl. IX, *fig.* 8; cette figure représente l'accumulation des résidus de triage auprès des galeries).

Ceux-ci sont très élevés. Au moment de ma visite, la seule dépense de combustible s'élevait à 7 taëls par 100 livres de cuivre brut. Or la Régie impériale payait ce cuivre 12 taëls, soit 550 francs la tonne.

Le combustible est du charbon de bois résineux, amené des régions boisées situées à quatre journées de transport au Nord de Yun-Nan-Sen. Les patrons mineurs les

Digitized by Google

plus favorisés produisent par mois pour 20 à 30 taëls (110 francs au maximum) de minerai. La journée de l'ouvrier mineur, nourri par le patron, se paye de 70 à 100 sapèques (0 fr. 25 au maximum). Le patron fournit à sa guise l'huile, et la poudre, d'ailleurs peu employée.

Le minerai de Lao-Sin-Tchang est presque entièrement composé de pyrite. On le mélange en proportion restreinte au minerai carbonaté de Lao-Tchang.

Le minerai de Pe-Si-La se compose surtout de phillipsite et de cantonite, en filonnets dans un schiste compact. Il est naturellement beaucoup plus difficile à fondre et exige un grillage préalable. Les Japonais ont construit à cet effet un certain nombre de stalles, du type ordinaire; mais la rareté du combustible a obligé de renoncer à cette opération préalable. La mine de Pe-Si-La est donc maintenant considérée comme inexploitable, et le minerai qui reste n'est passé dans les fours qu'en très petite proportion.

La scorie obtenue par la méthode actuelle ne contient que des traces de cuivre. Les scories anciennes contenaient environ 3 p. 100 de métal; celles qui se trouvent dans les environs des usines actuelles ont été refondues (Pl. X, *fig.* 7 : dépôt de scories).

L'usine japonaise contient huit fours à cuve. Il en existe d'autres disséminées dans les environs et confiées à des mandarins subalternes. Les fours se composent d'un creuset en brasque de $1^{m},30$ de diamètre et d'une cuve conique de 2 mètres de hauteur soufflée par une tuyère diamétralement opposée à une porte, murée pendant la fusion, et percée seulement d'un trou de coulée. Le vent est fourni par un grand soufflet en bois composé par un cylindre horizontal, dont le piston est mû directement par trois équipes chacune de 4 hommes, qui se relaient fréquemment pendant une journée de travail de douze heures, après laquelle ils sont remplacés par

Digitized by Google

12 autres souffleurs. Après un premier remplissage de charbon de bois porté au rouge, on charge constamment de petites quantités de minerai carbonaté et du charbon de bois. On ajoute aussi de temps en temps du minerai sulfuré. Les scories s'écoulent par un orifice percé dans la porte, à mesure que le creuset se remplit de cuivre brut. Quand celui-ci apparaît à la coulée, on laisse refroidir le four, et on le vide en enlevant le muraillement situé en face de la tuyère. La fusion dure en général cinq jours et fournit au plus 300 kilogrammes de cuivre brut.

La production totale de la circonscription de Tang-Tan est d'environ 500 tonnes par an. Le cuivre brut est envoyé à Toung-Tchouan pour y être épuré par une fusion au bas foyer soufflé, avec brassage par une perche en bois vert. Il est ensuite envoyé partie à Pékin, partie à Kong-Chan, où il existe un atelier pour la fabrication des sapèques.

D'après Liou-Ta-Jen, les Japonais qui ont essayé de se substituer à la Régie impériale, il y a une douzaine d'années, ont dépensé 600.000 taëls (*) en construction de l'usine, en établissement d'une grande quantité de routes (une centaine de kilomètres), et dans l'exploitation du gîte de Pe-Si-La.

Ils auraient produit environ 1.000 tonnes de cuivre brut, et n'étaient pas arrivés à rendre leur entreprise rémunératrice quand la guerre sino-japonaise est survenue. La fabrication du cuivre est donc retombée à la charge du Gouvernement chinois. Au moment de ma visite, elle avait cessé d'être onéreuse, Liou-Ta-Jen s'étant attaché depuis huit ans à revenir aux anciens usages chinois, et à encourager l'établissement de nouveaux patrons mineurs, sans essayer d'intervenir lui-même dans l'exploitation des mines.

(*) Valant à l'époque environ 4 millions de francs.

Digitized by Google

ITINÉRAIRE VIII.

DE TOUNG-TCHOUAN A L'EMBOUCHURE DU KIN-HO PAR HOUEI-LI (*).

(Du 12 au 22 octobre 1898. Pl. VIII.)

Dès mon retour à Toung-Tchouan, j'eus à lutter contre le découragement de mon personnel chinois. Il était impressionné par divers troubles survenus dans la région au moment du passage de M. C.-E. Bonin, chargé d'une mission spéciale par le Ministère des Affaires Étrangères. Les mandarins encouragèrent mes hommes à continuer leur service, et c'est à l'appui des autorités chinoises que je dois réellement d'avoir pu poursuivre mon voyage.

Nous partîmes, le 12 octobre, pour traverser le Fleuve Bleu à Mong-Kou, suivant la route mandarine qui, passant à l'extrémité Sud des montagnes du Leang-Chan, aboutit à Houei-Li. Le pays de La-Kou est encore un bassin lacustre creusé dans l'horizon carboniférien inférieur, à 2.000 mètres d'altitude. A 8 kilomètres plus loin, on passe sur la porphyrite, à 2.100 mètres d'altitude. On s'élève lentement jusqu'à environ 2.200 mètres ; puis on descend sur des éboulis, le long d'une succession de cassures verticales, jusqu'à 1.300 mètres. On retrouve alors le calcaire carboniférien abaissé ; sa base est formée par une roche bleue compacte, et comme pétrie de rubanements blancs, simulant des débris végétaux. Un profond ravin, perpendiculaire au Fleuve Bleu, est creusé dans ces calcaires, le long d'une cassure tellement lisse que la route muletière a dû être transformée en une sorte de tunnel, creusé très irrégulièrement à la pointe et au marteau dans la paroi rocheuse. Le terrain houiller infé-

(*) Parcours suivi en sens inverse par Francis Garnier, en 1869.

Digitized by Google

rieur apparaît vers 1.100 mètres d'altitude dans cette cassure à peu près Est-Ouest. Il se relève presque verticalement à mesure qu'on descend vers le Sud, et près du hameau de Lao-Ia-Kouan. A 400 mètres plus loin, le torrent se jette dans le Liou-Chou-Ho, un peu avant son confluent avec le Fleuve Bleu, le cours inférieur de ce dernier prolongeant d'ailleurs, de la manière la plus nette, la vallée du Liou-Chou-Ho. L'altitude du confluent est d'environ 850 mètres.

Le village de Mong-Kou est bâti un peu en aval, à 900 mètres, sur la porphyrite, au pied du prolongement de la faille Nord-Sud, traversée en descendant de La-Kou. Le lit du Fleuve Bleu est creusé dans la porphyrite très altérée, renfermant des filons verticaux diabasiques et serpentineux, et aussi des filons quartzeux plus récents, réunis en faisceaux ondulés, comme s'ils résultaient d'un froissement d'ensemble de la roche.

Sur la rive gauche, on retrouve le terrain carbonifé-rien inférieur à peu près horizontal. Une couche charbonneuse de 1 mètre y apparaît à 1.850 mètres au-dessous du hameau de Ki-Tao-Ka. Ce terrain porte un plateau fertile à Song-Min-Pin (altitude : 2.000 mètres). De ce village à Ta-Kiao, on monte d'abord sur le calcaire à 2.500 mètres d'altitude. On redescend de nouveau dans le terrain houiller inférieur par d'effroyables ravins, composés, comme auprès de Siao-Kia-Pin, par des pentes éboulées, balayées par des chutes de calcaires et de roches diabasiques complètement altérées, roses et vertes.

Un peu avant d'atteindre le village de Siao-Choui-Tsin, on rencontre un horizon schisteux très finement rubané. A 1 kilomètre au-delà de ce village, on retrouve un peu au-dessous des calcaires, sur le talus même du sentier, une couche charbonneuse de 1 à 2 mètres d'épaisseur.

Une ancienne exploitation de cuivre se trouve dans un ravin qu'on rencontre à peu de distance.

Digitized by Google

A 5 kilomètres de Siao-Choui-Tsin et au-dessous du village de Siao-Kai-Tze, deux ravins à angle droit font apparaître une couche très régulière, de 4 à 5 mètres de puissance, composée de houille schisteuse bien conservée, à l'altitude de 1.800 mètres. On suit cette couche sur plus de 1.500 mètres en direction, et le ravin transversal permet de la reconnaître sur 500 mètres en amont pendage, l'inclinaison étant de 15 p. 100 vers le Sud. Le calcaire compact, bien stratifié, est visible à une centaine de mètres au dessus. On rencontre dans toute la couche des empreintes de *Stigmaria* qui ont été déterminées par M. Zeiller.

La rivière de Ta-Kiao, qu'on franchit à gué auprès des restes d'un ancien pont, marque la frontière du Yun-Nan avec le Se-Tchouan.

Il existe dans le voisinage une petite mine de cuivre occupant une trentaine d'ouvriers.

Le chemin vers Houei-Li, ayant à franchir l'extrémité méridionale de la région haute, occupé par des Lolos indépendants et désignée sous le nom de Léang-Chan, suit d'abord, pendant 18 kilomètres, le lit de la rivière de Ta-Kiao, encaissée dans le grès carboniférien surmonté de calcaires. Suivant la coutume chinoise, la piste traverse un certain nombre de fois la rivière, avant d'atteindre le village de Tcha-Ho, au pied de la montée du Leang-Chan, qu'on franchit par un col, situé à 2 900 mètres d'altitude.

De Tcha-Ho à Tsang-Yu-Pa, le terrain se compose de permien supérieur, porté sur le calcaire à Productus. Celui-ci s'élève vers l'Ouest jusqu'à l'altitude de 2.400 mètres. Un nouveau calcaire, très probablement du trias moyen, apparaît au-dessus, vers 2.800 mètres d'altitude, et forme des couronnements d'une centaine de mètres d'épaisseur. La vue s'étend au Nord sur une grande étendue de la contrée habitée par les indigènes. C'est ainsi une région très analogue à celle qui se trouve

Digitized by Google

sur la rive droite du Kin-Ho, et constituée, comme celle-ci, par des collines comprises entre 3.000 et 4.000 mètres, couvertes de trias supérieur, souvent raviné, et portant par places quelques lambeaux de calcaire liasique.

En redescendant du Leang-Chan, le calcaire à Productus se retrouve, limité à une cassure verticale, au bord de la rivière de Tsang-Iu-Pa. On passe ensuite dans l'horizon carboniférien inférieur, gréseux et schisteux, toujours incliné vers l'Est.

A des altitudes variables entre 1.900 et 2.000 mètres, le bassin lacustre de Houi-Li-Tcheou forme une plaine d'une fertilité très remarquable.

Les schistes décomposés y fournissent une argile réfractaire employée à des fabriques de poteries.

La houille est exploitée dans plusieurs localités au Nord. Nous rencontrons sur la route les porteurs qui amènent à la ville un combustible de très belle qualité, les transports ne s'effectuant guère qu'à dos d'homme, dans cette partie du Se-Tchouan.

La ville compte environ 40.000 habitants. C'est un centre commercial plus prospère que Yun-Nan-Sen. Les bâtiments publics, le dallage des rues et même la plupart des habitations sont convenablement entretenus. Tout marque l'aisance qui devait régner aussi au Yun-Nan avant la révolte musulmane. La houille grasse et le coke sont utilisés par diverses industries locales. Les moulages et la chaudronnerie en laiton sont la spécialité principale de la ville.

Le massif montagneux qui borde la plaine vers l'Ouest présente, au point de vue géologique, un intérêt particulier. En suivant le chemin qui se dirige vers Ta-Li, on passe d'abord sur une bande de cipolins gris bleuâtre, entièrement semblables à ceux de Long-Po (Fleuve Rouge), et surmontés d'un horizon de diabases. On passe

Digitized by Google

ensuite à 2.400 mètres d'altitude sur des quartzites rubanés gris et blancs (à 17 kilomètres de la ville). On traverse sur 500 mètres un dyke de porphyrite ; puis on descend depuis 2.450 jusqu'à 2.150 mètres dans le ravin de Lo-Ko-Tsin, sur des strates redressées de schistes compacts, tout à fait caractéristiques du système précambrien non feldspathisé, d'une couleur rouge lie de vin, puis gris verdâtre dans les horizons inférieurs.

On remonte encore à 2.400 mètres sur un second dyke porphyrite, et, à 25 kilomètres de la ville, on passe définitivement sur le plateau granitique qui forme la masse principale de la bordure occidentale du Kien-Chan et s'étend à perte de vue vers le Nord, à environ 2.250 mètres d'altitude. La masse principale est constituée par une leptinite à quartz vermiculé très abondant. La syénite néphélinique, déterminée par MM. Michel Lévy et Lacroix, s'y rencontre en dykes qui paraissent affecter la direction Nord-Sud.

Le vallon de Gan-La-Ho, creusé dans le plateau granitique, renferme des témoins d'une grande variété d'épanchements basiques plus ou moins transformés par altération, mais se rattachant tous au mélaphyre labradorique, déterminé par MM. Michel Lévy et Lacroix.

A 10 kilomètres avant d'atteindre Sie-Ke-Ta, le massif de leptinite se termine brusquement par une longue falaise dirigée sensiblement Nord-Sud, dominant le cours du Fleuve Bleu, qui coule dans cette région en prolongeant son affluent, le Kin-Ho (*). Cette dernière rivière, apportant des sables aurifères, est l'origine du nom de Kin-Cha-Kiang (**) que le Fleuve Bleu prend en aval, tandis qu'il porte en amont le nom de Pe-Choui-Kiang (***). L'ensemble du Kin-Ho et du Kin-Cha-Kiang

(*) Fleuve de l'or.
(**) Fleuve du sable aurifère.
(***) Fleuve à l'eau blanche. Il est encore aurifère.

Digitized by Google

formait, il y a quelques siècles, la frontière chinoise, lorsque le Yun-Nan restait gouverné par les Lolos, dont la domination, contournant le Thibet, s'étendait ainsi jusqu'à leur pays d'origine, au Nord de cette contrée.

Sie-Ke-Ta n'est qu'à 1.300 mètres d'altitude. On rencontre dans la descente des quartzites rubanés, puis un grès très tendre comprenant des niveaux schisteux, marqués par la culture du riz, et enfin les débris d'une formation calcaire, en îlots d'environ 50 mètres de hauteur. Le chemin descend ensuite vers le confluent du Kin-Ho avec le Fleuve Bleu, en passant d'abord sur des lambeaux versicolores, puis sur les alluvions anciennes des deux cours d'eau. Ces alluvions forment un terrain sableux d'une grande épaisseur reposant par places sur un soubassement gneissique. Les berges du fleuve sont formées par une diorite, qui se rencontre jusqu'à 1.250 mètres d'altitude et dans laquelle le confluent, situé un peu en amont du village de San-Toui-Tze, est creusé à environ 1.050 mètres d'altitude.

La diorite renferme de nombreuses enclaves schistoïdes, et passe souvent à l'amphibolite. On y rencontre aussi des filons microgranulitiques sans amphibole, disséminés et parfois comme diffusés dans la masse dioritique. On y trouve aussi des injections basiques plus récentes, complètement transformées en matières serpentineuses, et des filonnets quartzeux traversant toutes les autres formations pétrographiques.

Tout le long du Kin-Ho et du Fleuve Bleu, on aperçoit, dans les parties hautes des berges sableuses, qui sont taillées presque verticalement, des rangées d'ouvertures, semblables de loin à des fenêtres étagées. Ce sont les orifices d'un grand nombre de petites galeries creusées par des laveurs d'or, pour se procurer les filets d'eau qui leur servent à lessiver les dépôts aurifères du fleuve. Ceux-ci sont extraits du lit même de la rivière, de préfé-

Digitized by Google

rence dans les graviers de 2 à 4 centimètres de grosseur. Les remous des hautes eaux concentrent les paillettes de métal dans les interstices des galets, et les séparent ainsi des sables fins.

Le matériel d'une famille de laveurs d'or se compose d'abord d'un panier, dans lequel l'opérateur secoue les graviers sous un filet d'eau; on le vide ensuite par un simple mouvement de bascule, et les déchets s'accumulent sur le sol (Pl. X, *fig.* 6). Le sable isolé des galets est entraîné sur une table inclinée, munie de rainures transversales, qui retiennent les paillettes jointes à divers minéraux lourds. Ce résidu est ensuite broyé à la main dans une auge en bois, avec une petite quantité de mercure qui est finalement soumise à la distillation.

Les laveurs d'or se recrutent parmi les familles les plus pauvres des bords du fleuve. Leur nombre, naturellement très variable, représente cependant des centaines d'installations mobiles entre Sui-Fou et Ta-Li-Fou. Leur bénéfice journalier descend souvent, paraît-il, à 40 sapèques (10 centimes) et ne dépasse certainement pas le maximum de 0 fr. 25 (nourriture non comprise, représentant environ 0 fr. 10 en sus).

Quelques mines d'or paraissent exister sur le cours supérieur du Kin-Ho. Les renseignements locaux mentionnent diverses exploitations plus ou moins anciennes, et quelques voyageurs les ont présentées sous une forme qui semble se rapporter à des filons quartzeux. Il est cependant probable que la provenance principale du métal est la même que celle des dépôts qui se rencontrent sur tout le Pe-Choui-Kiang, en terrasses miocènes ou quaternaires souvent de grande épaisseur (Pl. X, *fig.* 5). La masse de ces dépôts est toujours composée des débris des innombrables roches basiques de la région, et on peut admettre que l'or provient de la démolition de ces mêmes roches.

Digitized by Google

ITINÉRAIRE IX.

DE L'EMBOUCHURE DU KIN-HO A TALI PAR IUN-PE (YOUNG-PEI-TING).

(Du 22 octobre au 10 novembre 1898. Pl. VIII.)

La voie suivie par les caravanes qui se rendent de Toung-Tchouan à Ta-Li franchit le Fleuve Bleu vers l'embouchure du Kin-Ho, et se dirige vers le Sud-Ouest.

Entre le cours Nord-Sud du Kin-Ho et le cours parallèle suivant lequel le Fleuve Bleu remonte vers le Nord au-dessus de Ta-Li, s'étend, sur une largeur d'environ 100 kilomètres, une région peuplée presque exclusivement d'indigènes, et, par suite, très peu explorée.

Le cours même du Fleuve Bleu, qui borde cette région vers le Sud, en aval de Ta-Li, n'était connu que d'une manière très incertaine avant le voyage de reconnaissance que M. de Vaulserre accomplissait en barque au moment de mon étude géologique sur la rive gauche.

Sur la carte géologique de M. L. von Loczy, l'intervalle entre les deux cours d'eau Nord-Sud semble devoir prolonger une surface couverte par les terrains anciens de la formation sinienne.

En réalité, cet intervalle est occupé par les formations mésozoïques, qui prolongent en les complétant celles du Yun-Nan méridional. Superposés dans la région de Ta-Li aux formations paléozoïques, les sédiments triasiques, rhétiens et liasiques s'avancent vers l'Est par une transgression qui semble amener l'étage rhétien à reposer par places sur la diorite, en bordure du massif granitique du Kien-Chan. L'ancien rivage à peu près Nord-Sud qui s'étend de part et d'autre du Fleuve Bleu, jusqu'à des distances encore indéterminées, renferme, ainsi qu'on va le voir, des dépôts houillers d'une grande richesse.

Digitized by Google

A partir de Lo-Ko, petit village à l'embouchure du Kin-Ho, qui venait d'être pillé quelques heures avant notre passage, le chemin suit les bords du Fleuve Bleu, sur des escarpements de diorite avec filons de diabase à grands éléments, jusqu'à Sin-Tchouan, localité formant la frontière du Se-Tchouan. C'est un assez gros village dominant des rizières au milieu de blocs isolés d'un calcaire probablement liasique, à 1.300 mètres d'altitude. Toute la rive droite du Fleuve Bleu, formant le soubassement de la partie centrale du Yun-Nan, apparaît découpée en hautes collines admirablement stratifiées, composées d'alternances de grès, de marnes et de bancs calcaires, appartenant au trias supérieur et au rhétien, et s'inclinant vers l'Ouest.

Le Fleuve Bleu quitte alors la diorite pour prendre un cours tranquille sur un lit gréseux, au-dessus duquel on rencontre, au bord même du cours d'eau, des affleurements de houille rhétienne, à 10 kilomètres environ en aval de Ma-Chang. Un forgeron, installé au bord du chemin, s'approvisionne ainsi sur place (Pl. IX, *fig.* 5). Une nappe de calcaire dolomitique jaune, creusé de remarquables cavernes, surmonte de très près la veine de houille et forme au bord du fleuve un horizon constant, qui se relève vers le Nord avant le village de Ma-Chang et constitue, par exemple, à 5 kilomètres de cette localité, la colline de Ke-Ti-Pin, dont la base renferme le principal gisement exploité par les habitants de ce village.

Le même gisement, encore fortement incliné vers l'Ouest, est exploité en un grand nombre d'endroits, sur la rive droite, à 15 kilomètres en aval de Ma-Chang, dans la région de Tai-Pin-Tchang, voisine de la petite chrétienté de Taï-Pin-Tze. Près du fleuve, au lieu dit Tao-Kia-Tou, desservi par une barque, j'ai visité, en compagnie de M. Duflos, missionnaire, une exploitation établie sur une couche de 2 mètres d'épaisseur, sans barre, avec une

Digitized by Google

inclinaison d'environ 40 p. 100 (Pl. IX, *fig.* 2). Les schistes du toit, à l'entrée de l'unique galerie, m'ont fourni les empreintes végétales qui ont été déterminées par M. R. Zeiller et reproduisent la flore de l'étage rhétien du Tonkin.

La galerie, très basse, ouverte quelques années auparavant, à une centaine de mètres au-dessus du fleuve, pénètre horizontalement sur environ 250 mètres de longueur. Elle occupe souterrainement une dizaine d'ouvriers, exploitant par gradins au-dessus de la voie de roulage, et produisant environ 5 tonnes par jour. L'extraction s'effectue dans des traîneaux munis de bricoles que des enfants, marchant à quatre pattes, tirent sur le sol jusqu'à l'orifice.

Le gros est descendu dans des hottes jusqu'au fleuve par des femmes indigènes (Pl. IX, *fig.* 4). Il est ensuite transporté par barques dans la région en aval. Le menu est expédié de la même manière, après avoir été transformé en coke, près de l'orifice même de la mine.

Les fours sont formés d'une enceinte circulaire en maçonnerie, d'environ $2^{m},50$ de diamètre et de 1 mètre de hauteur, avec foyer d'allumage inférieur débouchant au centre de la sole (Pl. IX, *fig.* 6). On y range le combustible en ménageant des canaux pour le passage des gaz, puis on recouvre le tout d'une couverture hémisphérique en terre, qu'on démolit après la calcination pour l'enlèvement du coke. Celui-ci se divise en fragments durs et volumineux de belle apparence, quoiqu'un peu boursouflés par suite de l'abondance des matières volatiles.

Le prix de vente de la houille en gros blocs, comprenant une journée de transport au marché, est d'une sapèque la livre, soit environ 4 fr. 50 la tonne.

Les habitants du pays ne s'adressent pas à la mine, et s'approvisionnent eux-mêmes sur de nombreux affleure-

Digitized by Google

ments, de qualité analogue. M. Duflos, payant lui-même largement, en sa qualité d'étranger, les domestiques qu'il envoie chercher de la houille, obtient, par journée de travail, 100 kilogrammes d'un beau charbon, qui lui revient ainsi au plus à 2 fr. 50 la tonne rendue à domicile.

L'échantillon moyen, que j'ai prélevé à Tai-Pin-Tchang, présente, d'après une analyse faite au Bureau d'Essais, sous la direction de M. A. Carnot, la composition suivante :

Eau	2,6
Matières volatiles	32,4
Carbone fixe	59,0
Cendres argileuses	6,0
Pouvoir calorifique, 7.854 calories.	

Un échantillon de gros a donné :

Matières volatiles	36,6
Cendres	4,56

(Analyse faite au Laboratoire de M. Buisine, à Lille.)

La houille d'affleurement des environs immédiats de Ma-Chang, prélevée par moi dans l'approvisionnement de M. Blondel, missionnaire, présentait la composition suivante :

Eau	2,3
Matières volatiles	31,1
Carbone fixe	58,0
Cendres argileuses	8,6
Pouvoir calorifique, 7.650 calories.	

(Analyse du Bureau d'Essais.)

En amont de Ma-Chang, le Fleuve Bleu remonte vers le Sud-Ouest, à 1.100 mètres d'altitude, par une gorge étroite creusée dans le calcaire supérieur à la formation houillère.

Le chemin de Iun-Pe remonte vers le Nord-Ouest pour

Digitized by Google

atteindre la route de caravane qui relie Ta-Li à Ning-Yuen.

On suit d'abord jusqu'à Sin-Kay, village de 1.100 habitants, le ruisseau qui descend à Ma-Chang; puis on passe sur le calcaire liasique, formant une région karstique des plus caractérisées, pour redescendre à Kieou-Ya-Pin, petite ville d'environ 4.000 habitants, bâtie à 1.300 mètres d'altitude près d'un affluent Est-Ouest du Kin-Ho.

Dans toute la région, les affleurements houillers abondent sur les pentes inférieures au couronnement calcaire. Les petites exploitations créées par les habitants de Sin-Kay et Kieou-Ya-Pin fournissent la plus belle houille que j'aie rencontrée dans tout mon voyage. C'est, d'ailleurs, le seul combustible utilisé dans le pays, quoique le bois n'y fasse pas défaut. Cette houille brûle avec flamme, mais presque sans fumée, dans des foyers découverts établis sur le sol même des maisons.

Un échantillon, prélevé sur un affleurement et, par suite, un peu altéré, a présenté la composition ci-dessous :

Eau	9,6
Matières volatiles	39,1
Carbone fixe	47,3
Cendres	4,0

(Analyse du Bureau d'Essais.)

Des fragments tombés des paniers pendant le transport à la ville, et ramassés tout le long du chemin de Sin-Kay à Kieou-Ya-Pin, contiennent :

Matières volatiles	18,25
Cendres	3,60

Pouvoir calorifique, 8.389 calories.

(Analyse du Laboratoire des Mines de Nœux.)

En continuant la marche vers Iun-Pe, on suit vers l'Ouest-Nord-Ouest le cours supérieur de la rivière de Kieou-Ya-Pin, pendant environ 35 kilomètres, en passant

Digitized by Google

par Sin-Tchouang. On continue à rencontrer les affleurements houillers. On remonte ensuite sur le flanc Nord de la vallée, pour rejoindre à Choa-Tchou-La, au bout de 20 kilomètres, la voie de caravane de Ta-Li à Tcheng-Tou (*) par Ning-Yuen. Dans ce trajet, on rencontre, depuis 1.800 mètres jusqu'à 2.300 mètres d'altitude, et sur le calcaire liasique, des grès roses à fragments de houille et des marnes rouges, qui représentent très probablement un faisceau jurassique.

La région est très boisée; elle n'est peuplée que de Lis-Sous, possesseurs de nombreux troupeaux, qu'ils maintiennent prudemment hors de la portée des caravanes.

Le village de Choa-Tchou-La est situé à la base du calcaire liasique qui s'élève tout autour en collines très découpées. Suivant le ruisseau qui descend vers le Fleuve Bleu, on rencontre encore des traces d'affleurements charbonneux, près de Choa-Tchou-La, et on atteint en une étape Lou-Te-Tang. Cette localité n'est qu'un poste fortifié contre les pillards, plus nombreux que partout ailleurs dans ces régions peu accessibles à l'autorité chinoise.

Avant de sortir du calcaire liasique, et à 10 kilomètres environ de Lou-Te-Tang, on passe, vers 1.700 mètres d'altitude, par le petit village indigène de I-Tcha, occupé à l'exploitation d'une eau minérale alcaline pour la fabrication du carbonate de soude. Sous le nom de Tou-Kien, ce produit se rencontre sur la plupart des marchés du Yun-Nan septentrional.

Les sources sont alignées suivant une cassure traversant du Nord au Sud les escarpements calcaires, et apparaissent sur les deux côtés du torrent; mais surtout sur la rive gauche. Naturellement captée d'une manière

(*) Capitale du Se-Tchouan.

Digitized by Google

tres imparfaite, l'eau est fortement minéralisée et dégage beaucoup d'acide carbonique. L'exploitation s'effectue par un procédé analogue à celui des salines de Ngan-Lin (Pl. X, *fig.* 4).

Tout le fond de la vallée a été nivelé et transformé en une aire d'évaporation, sur laquelle l'eau puisée à la source est répandue à la main, bien entendu pendant la saison sèche. En soumettant les parties couvertes d'efflorescences à un lessivage méthodique, on obtient une solution saturée de bicarbonate de soude, qu'on évapore lentement à feu nu. Le résidu est étalé en rondelles sur des feuilles de palmier, puis séchées et blanchies par une exposition au soleil.

La ville de Iun-Pe, qui possède le titre de Ting (chef-lieu d'un district militaire analogue aux cercles militaires du Tonkin), est située vers 2.000 mètres d'altitude, dans un fond lacustre à peu près desséché.

Couverte par les strates, surtout gréseuses, du trias supérieur, cette région mamelonnée est, en somme, assez peu fertile. La ville a dû posséder autrefois quelque importance. On dit qu'elle renfermait 12.000 habitants. Mais elle a été prise quatre fois pendant la révolte musulmane, et n'abrite plus que 40 familles mahométanes. Le pays est encore ravagé tous les ans par la peste.

A partir de Iun-Pe, une descente de 300 mètres vers le Sud-Ouest amène au bord du lac de Tchen-Tche. Cette grande flaque d'eau marécageuse s'est étendue sur l'emplacement d'une ville voisine à la suite de chute de rochers qui ont obstrué son émissaire vers le Fleuve Bleu. Suivant la rive occidentale de ce lac, on atteint, toujours dans les marnes irisées alternant avec des grès jaunâtres, le petit village de Ki-Kouan. Les habitants y rentraient au moment de notre arrivée, après s'être réfugiés sur les hauteurs pendant la saison de la peste.

Continuant à suivre l'émissaire du lac, on descend vers

Digitized by Google

le Fleuve Bleu, au milieu de calcaires crevassés qui semblent devoir être rapportés au trias moyen, et règnent au-dessous de 1.700 mètres d'altitude, avec une puissance moyenne d'environ 200 mètres. Ces calcaires couronnent les pentes de la vallée du Fleuve Bleu sur lesquelles on descend vers Kin-Kiang. On rencontre d'abord l'horizon gréseux rouge du permien supérieur; puis on retrouve les calcaires à Productus, et enfin, au bord même du fleuve, les épanchements mélaphyriques carbonifériens. Dans toutes les directions apparaissent, au-dessus de falaises calcaires, des collines hautes formées de strates mésozoïques plongeant régulièrement vers l'Est.

Le lit du Pe-Choui-Kiang descend jusqu'à la diorite, à 1.200 mètres d'altitude. Il est encaissé dans une terrasse continue, d'au moins une cinquantaine de mètres de hauteur, et constituée, comme à Ma-Chang, par un conglomérat de gros galets mélaphyriques et porphyriques. Cette nappe s'étend souvent sur plusieurs kilomètres en travers du fleuve, et l'entoure ainsi d'une région particulièrement stérile et malsaine.

La présence de l'or dans ce dépôt récent est l'origine du nom de Kin-Kiang. De très nombreuses installations de lavage s'échelonnent au bord de l'eau, sur les 10 kilomètres environ qui séparent le passage en barque du rebroussement brusque que le fleuve éprouve vers le Nord, en face de la vallée de Ta-Pin-Tze.

Depuis Kin-Kiang, la terrasse de poudingue ne cesse d'être accolée à la tranche d'une succession d'épanchements mélaphyriques, presque basaltiques, surmontant la diorite, et supportant des témoins du calcaire à Productus.

En amont du rebroussement vers le Nord, la rive droite continue à montrer des falaises formées par ce soubassement mélaphyrique, tandis que la rive gauche s'élève progressivement jusqu'aux collines découpées dans les strates mésozoïques et atteignant environ 2.300 mètres d'altitude.

Digitized by Google

La vallée de Ta-Pin-Tze et Hoang-Kia-Pin est creusée sur la porphyrite, portant par places des calcaires à Productus, et plus ou moins recouverte par les éboulis roulés formés des grès marneux rouges et verts du permien supérieur (*).

En se dirigeant vers l'extrémité Nord du grand lac de Ta-Li par Ta-Houang-Miao, on ne cesse de rencontrer les laccolites de porphyrite. Elles constituent la bordure orientale de cette belle nappe d'eau, à l'altitude de 2.200 mètres. Les pitons isolés du calcaire à Productus qui les surmontent donnent son aspect le plus caractéristique au paysage remarquable qu'on observe avant la descente sur la ville de Ten-Tchouan. A partir de cet endroit, situé sur l'itinéraire de M. L. von Loczy, ma classification concorde complètement avec celle de ce géologue.

Le grand lac de Ta-Li est désigné souvent sur les cartes par le nom de Eurl-Hai, ou second lac, parce qu'il en existe un plus petit vers le Nord. La rive occidentale des deux lacs est formée par une zone très fertile d'éboulis et de dépôts lacustres, dominée par de hautes montagnes gneissiques, dont les sommets les plus élevés paraissent atteindre 4.000 mètres d'altitude. J'y ai vu la neige s'y maintenir, le 10 novembre; elle s'y conserve jusqu'au mois de juin.

Au pied de ces montagnes, et notamment auprès de Chang-Kouan, on rencontre des témoins du calcaire à Productus, reposant directement sur les formations gneissiques. Celles-ci renferment parmi leurs strates les facies pétrographiques les plus divers, depuis les gneiss granitoïdes jusqu'aux micaschistes. On y rencontre notamment des cipolins micacés et surtout amphiboliques. Cette sorte

(*) C'est probablement la couleur de ces débris qui a donné lieu à leur classement conjectural dans la formation sinienne, indiquée sur la carte géologique de M. L. von Loczy comme existant à l'Est et au Sud du lac de Ta-Li.

Digitized by Google

de marbre est exploitée en plusieurs endroits. Elle fournit des plaques qui constituent le principal article d'exportation locale. On les divise en petites dalles d'ornementation, nuancées de vert ou de jaune suivant l'altération de l'amphibole, et dans lesquelles l'imagination asiatique se plaît à reconnaître des figures mythologiques, complétées parfois par quelques habiles retouches.

Toutes les roches feldspathiques de ce massif montagneux ont été classées par MM. Michel Lévy et Lacroix comme schistes anciens feldspathisés. Je n'y ai nulle part rencontré de véritable granite. Je les considère donc comme représentant tout le faisceau sédimentaire infracarbonifèrien, y compris la formation sinienne de M. von Richthofen.

La ville de Ta-Li, qui contenait 35.000 habitants avant la révolte musulmane, n'en renferme plus que 6.000, d'installation récente. Toute la région renferme beaucoup de ruines, qui témoignent d'une habileté supérieure dans l'art de la construction. La roche gneissique se prête aux usages les plus divers. Elle se débite en dalles par fissilité, ou en travées d'assez grande longueur, par les procédés mêmes qu'on emploie en Europe, notamment sur les bords des lacs d'Italie. Les villages de San-Ta-Se, Choan-Uen et Lou-Tao renferment environ 200 patrons tailleurs de pierre, d'une très réelle habileté, qui vont exercer au loin leur industrie, pour un salaire moyen de 200 sapèques par jour, soit 0 fr. 50, non compris le riz.

Il existe aussi vers le Sud du lac des gisements de terre à poterie dont on obtient des produits plus perfectionnés que ceux du reste de la province, et, par exemple, d'excellents carrelages hexagonaux.

Ta-Li est le principal entrepôt des produits variés de la région minière de Li-Kiang et de Oui-Si. On y fabrique des gongs d'une sonorité exceptionnelle. Indépendamment des exploitations de cuivre de cette région, qui four-

Digitized by Google

nissent officiellement 5 ou 600 tonnes par an, on y extrait du plomb argentifère et du zinc.

Des mines de sel sont en activité à Siao-Heou-Tsin et Lan-Tsin, entre Li-Kiang et Kien-Tchouan. Leur production annuelle est d'un millier de tonnes. Elles n'ont pas été signalées par M. von Loczy, la rapidité du voyage et des chutes de neige ayant entravé les observations géologiques (*).

La région salifère au Nord de Ta-Li est précisément le prolongement de la zone attribuée par ce géologue à la formation sinienne, et que je rapporte au permien supérieur.

On extrait, en outre, à Siao-Heou-Tsin, un très beau gypse, qui, tout rendu à Ta-Li, s'y vend 2 taëls les 80 kilogrammes, soit environ 90 francs la tonne. C'est, en réalité, un produit alimentaire, employé dans la fabrication du Teou-Fou (**).

Comme la carte de M. Friquegnon l'indique fort bien, les eaux du lac de Ta-Li ne se rendent ni au Fleuve Bleu ni au Fleuve Rouge, bien qu'il ne soit séparé que par des collines basses des ruisseaux qui se rendent dans ces grands cours d'eau. L'émissaire du lac suit, vers l'Ouest, une brèche transversale du massif gneissique et calcaire situé sur la rive occidentale. Les eaux se rendent ainsi directement dans un affluent du Me-Kong. Quelques travaux protègent de temps à autre ce canal contre les obstructions par les éboulements.

(*) *In* Szechenyi, p. 746.

(**) Sorte de fromage, qui est avec le riz un des aliments les plus usuels, et qui est fabriqué en coagulant, avec du gypse, l'albumine végétale extraite d'une légumineuse (*Soja hispida*).

Digitized by Google

ITINÉRAIRE X.

DE TA-LI A YUN-NAN-SEN

(en passant par les salines de He-Tsin).

(Du 14 au 29 novembre 1898. Pl. VIII.)

A l'extrémité Sud du lac de Ta-Li, le calcaire à Productus est encore superposé, en témoins de faible étendue, à la porphyrite indiquée sur la carte de M. L. von Loczy. Des lambeaux de grès bariolés du permien supérieur forment les collines basses des environs de Sia-Kouan (3.000 familles) et Tchao-Tcheou (800 familles), région culminante entre les trois bassins du Me-Kong, du Fleuve Bleu et du Fleuve Rouge.

Tchao-Tcheou fait un commerce important d'orpiment, provenant des environs de Mong-Hoa (Ting), ville située à 40 kilomètres au Sud. La production annuelle est d'environ 200 tonnes de minerai tout à fait pur, qui se vend, à Tchao-Tcheou, 3 taëls (11 francs) les 80 kilogrammes.

D'anciens fonds lacustres, presque entièrement asséchés et couverts de rizières, s'étendent partout dans les intervalles des collines gréseuses. A 20 kilomètres de Tchao-Tcheou, le calcaire à Productus apparaît de nouveau et borde la belle plaine de Hong-Ngai et Mi-Tou. Celle-ci s'étend sur environ 30 kilomètres de longueur et 8 à 10 kilomètres de largeur. Elle renferme 300 villages. Ses eaux se rendent au lac de Ta-Li. Sur la bordure Est de ce bassin, le calcaire montre des imprégnations cuivreuses entre I-Kiang-Pou et Kiang-Mai-Pou. On retrouve au-dessous la porphyrite altérée à 12 kilomètres au Sud-Est de Hong-Ngai. Un témoin calcaire, isolé sur cette roche, apparaît encore au bord même de la rivière qui descend au Fleuve Bleu par Pe-Ien-Tsin, et qu'une croupe de porphyrite sépare de la grande plaine de Yun-

Digitized by Google

Nan-Chien, aussi étendue, mais moins exceptionnellement fertile que celle de Ta-Li. Avant de descendre dans cette plaine, on rencontre, à 20 mètres au-dessus (altitude : 1.900 mètres), un petit étang, voisin du hameau de Tchin-Hoa-Tong, et bordé de pointements calcaires très corrodés traversant le permien remanié. Ce calcaire m'a fourni des fossiles qui ont été déterminés par M. Douvillé comme permiens. La même constitution du terrain se poursuit de colline en colline, le long de la plaine de Yun-Nan-Y, jusqu'à 10 kilomètres au Sud-Est de cette localité sur le chemin de Pou-Peng. Alors les pointements calcaires disparaissent. La formation gréseuse bariolée du permien supérieur s'accentue en plongeant constamment vers l'Est. En certains points, les couches disloquées sont presque verticales. On rencontre ensuite, au-dessus de ces couches, un grès rouge à grains fins très compact, qui est, jusqu'à Yun-Nan-Sen, l'horizon le plus constant du permien supérieur. Le chemin s'élève sur ce grès jusqu'à 2.100 mètres, mais il existe encore au Nord et à l'Est des hautes collines triasiques plus élevées. Elles atteignent probablement jusqu'à l'horizon rhétien, car on y rencontre à Mou-Pang-Pou des affleurements houillers exploités, dont on extrait un combustible assez cendreux qu'on emploie cependant jusqu'à Yun-Nan-Y.

Cette région gréseuse est, comme toujours, presque déserte, mais encore assez boisée. Elle donne naissance à un cours d'eau terminant un affluent du Fleuve Bleu, mais qui suit cependant vers le Sud-Est, jusqu'à Tchou-Hsiong, une vallée parallèle à la direction des failles du Fleuve Rouge. Cette vallée est bordée vers le Sud par une falaise calcaire de faible hauteur, que je rapporte à l'horizon triasique moyen de Mong-Tze. S'élargissant lentement sur les niveaux schisteux du trias inférieur, le fond de vallée, aplani et cultivé en rizières, atteint environ 4 kilomètres à Tchen-Nan.

Digitized by Google

A l'Est de cette ville, le remplissage lacustre présente un développement exceptionnel, qui apparait dans les ravins. Il se compose d'un calcaire marneux, visible sur plusieurs mètres d'épaisseur, et surmonté d'alternances de sables et d'argiles à lignites.

Auprès de Kao-Fong-Sao (poste militaire à l'Est de Tchen-Nan), les sables sont entièrement feldspathiques et micacés. Ils ne peuvent par suite, provenir d'un remaniement du trias environnant. Autour de Lou-Ho, ces dépôts, que je rapporte à la période tertiaire, s'étendent sur plus de 10 kilomètres du Nord au Sud, vers 1.500 mètres d'altitude. On y rencontre des affleurements lignitifères d'environ 2 mètres de puissance.

Mon itinéraire quitte en cet endroit la voie ordinaire des caravanes entre Ta-Li et Yun-Nan-Sen, pour atteindre la région salifère de He-Tsin, située vers le Sud de la région houillère mésozoïque du Fleuve Bleu.

Sur la carte du Ministère des Colonies, l'absence de renseignements ne permettait pas de figurer exactement la position de He-Tsin. Je la rectifie en la rattachant au tracé du Fleuve Bleu qui a été relevé par M. de Vaulserre. Toute la contrée est constituée par un plateau ondulé, permotriasique, qui se prolonge jusqu'aux escarpements du Fleuve Bleu, en se maintenant à des altitudes de 1.600 à 1.800 mètres. Toute végétation arborescente a disparu sur de grandes étendues autour des salines. Les cours d'eau sont profondément encaissés dans d'étroits ravins, qui mettent à nu les couches permiennes bariolées. Celles-ci sont surtout gréseuses et renferment, dans les niveaux inférieurs, des lits de cargneules voisins des sables salifères.

La ville de Ting-Yuen (Hien) se trouve, vers 25 kilomètres au Nord-Nord-Est de Lou-Ho, à 1.500 mètres d'altitude, dans un bassin lacustre peu profond, probablement sur l'horizon marneux du trias inférieur.

Digitized by Google

La surface cultivée renferme environ 6.000 habitants, dont 3.000 dans la ville. A 15 kilomètres vers le Nord-Nord-Est, se trouve le village de Lang-Tsin, situé, à 1.300 mètres d'altitude, sur un petit ruisseau qui se rend à la rivière de He-Tsin.

Celle-ci se dirige rigoureusement vers le Nord dans l'alignement du rebroussement du Fleuve Bleu, qui fait lui-même suite au cours du Kin-Ho, longeant le pied de la falaise granitique de Sie-Ke-Ta.

L'horizon salifère de Lang-Tsin affleure au bord du ruisseau, sous environ 300 mètres de couches bariolées. Il est exploité par sept galeries rectilignes, très bien boisées, descendantes, qui pénètrent le plus loin possible à flanc de coteau pour y atteindre les eaux d'infiltration souterraine, naturellement saturées de sel.

La plus longue de ces descenderies, située dans le village lui-même, porte le nom de Sin-Ta-Tsin, et possède 35 pieds de longueur avec une inclinaison d'environ 35 p. 100.

L'extraction de l'eau s'effectue par des pompes. Elles sont construites en bambous, et actionnées par des ouvriers échelonnés le long de la galerie, qui font mouvoir chacun le piston d'une pompe inclinée.

Le village renferme 15 batteries de chaudières à évaporation. Deux d'entre elles étaient inactives lors de ma visite.

He-Tsin est située à 20 kilomètres vers l'Est-Nord-Est de Lang-Tsin, vers 1.250 mètres d'altitude, dans un très profond ravin. L'horizon des cargneules salifères affleure parallèlement à la rivière Nord-Sud, au pied de l'escarpement, sur la rive droite. Il paraît plonger, en moyenne, d'une dizaine de degrés vers l'Ouest (Pl. X, *fig.* 3).

La ville n'existe que par l'extraction du sel et compte 700 familles. Elle renferme un pont et beaucoup de maisons en pierre. Les batteries de chaudières évaporatoires sont au nombre de 64. Leur activité est constamment

Digitized by Google

variable, suivant les ressources dont les habitants disposent pour l'acquisition du combustible.

La Régie impériale est organisée ainsi qu'il suit : Un mandarin spécial réside à He-Tsin, avec le titre de Ti-Ku-Sse, qu'on peut littéralement traduire par Chef du Service d'épuisement. Il a sous ses ordres deux Ta-Che (commis principaux), l'un à He-Tsin même, l'autre à Lang-Tsin.

L'extraction de l'eau salée s'effectue dans des puits verticaux. Ils sont creusés, sous l'autorisation du Ti-Ku-Sse, par des Associations formées entre les fabricants de sel, sortes de Sociétés civiles dont les parts sont divisibles et transmissibles. Ces puits sont plus ou moins bien aménagés, selon les ressources de l'Association. Le plus grand, situé près de la pagode du Génie des Salines, possède une section carrée, de 2 mètres de côté, avec boisage jointif. Il descend à 300 pieds de profondeur, les puits moins profonds ne fournissant souvent qu'un débit très limité.

Le puits et ses accessoires sont entourés d'une muraille, et le Ti-Ku-Sse en prend possession pour assurer lui-même l'extraction. Un treuil, actionné par 4 hommes, manœuvre un câble terminé par une outre formée d'une grande peau de buffle non tannée, qui se remplit d'elle-même au fond du puits. Ce sac, ramené au jour, est déversé dans une citerne en maçonnerie. L'eau salée qui s'y emmagasine est délivrée, par un agent du Ti-Ku-Sse, aux porteurs envoyés par les fabricants associés. Chacun de ces porteurs est muni d'une hotte étanche en bois, qui sert de mesure, et contient environ 60 litres. Le prix du transport aux chaudières d'évaporation est de 5 à 6 sapèques par hottée pour une distance maximum d'environ 600 mètres.

L'évaporation s'effectue dans des batteries d'en général huit chaudières, en forme de calottes sphériques, d'une capacité d'environ 200 litres (Pl. IX, *fig.* 3). Elles sont portées par un fourneau à foyer inférieur, suivi de carneaux horizontaux aboutissant à une courte cheminée.

Digitized by Google

On y brûle surtout des fagots, préférés au bois, qui est plus cher et trop peu flambant. Au fur et à mesure de la concentration du liquide, on transporte les dépôts de manière à rejeter les précipités magnésiens, et à finir par remplir les chaudières en terminant par une évaporation à sec. On obtient ainsi des calottes sphériques de sel compact, pesant environ 150 kilogrammes, qui sont fendues en quatre pour le transport à dos de mulet.

Toute la fabrication doit être remise au Ti-Ku-Sse, qui la paye de 0,6 taël, à 1 taël les 100 livres (environ 80 kilogrammes), suivant sa qualité. Le prix moyen est de 0,85 tael.

Le sel est revendu au public au prix moyen de 2,5 taëls les 100 livres, soit environ 115 francs la tonne. Le bénéfice du fabricant est très variable suivant la richesse de l'eau et la cherté du combustible. La Régie estime qu'il doit être en moyenne 10 p. 100 du prix de vente, soit environ 11 fr. 50 par tonne. Une batterie de chaudière bien conduite rapporte ainsi environ 1 taël, soit 3 fr. 65 par jour, correspondant à une production d'environ 320 kilogrammes de sel de diverses qualités.

Le retour à Yun-Nan-Sen a lieu par Tcha-Ui-Kieou, hameau situé à 35 kilomètres au Sud-Est de He-Tsin et à 6 kilomètres vers l'Est des salines de Heou-Tsin. Dans cette dernière localité, l'horizon des sables salifères, qui se relève rapidement à mesure qu'on s'élève vers l'Est, se trouve à 1.500 mètres d'altitude et, par suite, au-dessus du niveau des eaux souterraines. L'exploitation se fait par des galeries, et les sables extraits sont lessivés au jour dans des bassins. La même méthode est employée sur les bords du Fleuve Bleu, où le niveau salifère se rencontre dans le prolongement Nord de la zone de He-Tsin, vers 1.000 mètres d'altitude (*).

(*) Ce renseignement est dû à M. de Vaulserre, qui est passé auprès de ces salines pendant la reconnaissance du cours du fleuve.

Digitized by Google

De Tcha-Ui-Kieou à Lou-Feng (Hien), on suit un ravin formant l'extrémité Nord de la vallée dans laquelle se trouve cette ville et qui se dirige droit au Sud pour rejoindre le Fleuve Rouge.

La ville est située à 1.300 mètres d'altitude, au milieu d'une grande plaine lacustre bien cultivée, qui renferme 30.000 habitants.

Le calcaire à Productus y apparaît sous le permien supérieur en formant la bordure orientale du bassin. Il se retrouve encore autour de Lou-Piao, portant de curieux lambeaux de couches bariolées, découpées par un affluent de la rivière de Lou-Feng. La base du permien gréseux se relève ensuite progressivement, à mesure qu'on s'avance vers Ngan-Lin. Elle atteint 2.100 mètres au bord de la falaise qui limite le bassin de Yun-Nan-Sen, celui-ci se trouvant, comme il a été dit, sur un niveau schisteux du calcaire permien, dont on peut signaler la richesse en Bellérophons.

ITINÉRAIRE XI.

DE YUN-NAN-SEN A HING-GNI.

(Du 28 décembre 1898 au 19 janvier 1899. Pl. XI.)

La partie méridionale du Kouei-Tcheou n'a que fort peu de relations avec le Yun-Nan, et la position de Hing-Gni est encore assez indécise sur beaucoup de cartes. La coordination des observations géologiques a été fondée sur le levé topographique exécuté chaque jour par M. de Vaulserre.

Le trajet de Yun-Nan-Sen à Tou-Tza est compris dans les itinéraires précédents et peut se résumer ainsi qu'il suit : Par une inclinaison d'ensemble et des cassures Nord 20° Est, l'horizon supérieur du calcaire à Productus se relève vers l'Est pour atteindre 2.400 mètres auprès

Digitized by Google

de Tsi-Tien, puis le dévonien supérieur affleure au-dessus d'I-Leang.

On retrouve encore, à l'Est de cette localité, les calcaires carboniériens et permiens en bandes conservées le long des failles ; puis, au-delà de Lou-Nan, l'horizon dévonien réapparaît en bordure du massif porphyritique de Tou-Tza, qui porte le faisceau houiller exploité près de ce village.

Un tuf moderne, utilisé comme pierre de construction, couvre dans l'intervalle le plateau de Iu-Long-Pa. L'activité souterraine donne encore naissance à la source chaude de Tang-Tche, et elle a laissé des filons assez nombreux, mais actuellement inexploités, de cuivre et de cobalt.

A partir de Tou-Tza, notre itinéraire suit, au milieu de ravins escarpés creusés dans la porphyrite, le chemin des caravanes qui transportent le coke à Che-Tsong. Cette ville est située à 1.950 mètres d'altitude, à quelque distance de la bordure orientale du massif porphyritique, sur un fond lacustre permo-triasique. On descend ensuite à travers une zone Nord-Sud couverte de pitons du calcaire triasique moyen fortement incliné vers l'Est. Ce calcaire disparaît à 1.500 mètres d'altitude sous la plaine de Lo-Ping, couverte des sédiments gréseux du trias supérieur. Cette plaine est bordée à l'Est par une nouvelle zone d'innombrables pitons très aigus, découpés dans le calcaire liasique. Leurs sommets les plus élevés atteignent environ 1.900 mètres. Les plans de stratification, plus visibles que dans le trias, penchent encore vers l'Est. Cette région particulièrement infertile sépare naturellement le Yun-Nan du Kouei-Tcheou. La frontière est formée par un affluent du Hong-Choui-Kiang, profondément encaissé dans un réseau de cassures, les unes parallèles, les autres perpendiculaires à la direction normale du Fleuve Rouge.

Le passage de la rivière s'effectue à 1.250 mètres

Digitized by Google

d'altitude, au petit village de Kiang-Ti. Le cours d'eau charrie des grains de houille, des fragments de porphyrite et des galets de grès rouge. Un niveau de grès un peu schisteux apparaît sur la rive gauche au point d'atterrissage de la barque, à la base du massif calcaire. Ce niveau m'a fourni des empreintes végétales, qui ont été rapportées par M. Zeiller à l'étage rhétien.

Le chemin, souvent très mauvais, remonte alors, jusqu'à 1.650 mètres d'altitude, sur le calcaire à peu près horizontal, puis redescend, à 1.300 mètres, dans une plaine fertile, située sur le faisceau des grès et schistes versicolores de l'étage rhétien. Cette plaine porte le nom de Hoang-Tsao-Pa, qui est souvent donné à la ville principale, désignée administrativement sous le titre de Hing-Gni-Hien.

On rencontre sur le chemin même des affleurements de houille (rizières à 8 kilomètres au Sud-Ouest de la ville). Il en existe à beaucoup d'endroits et notamment sur les bords du Tchin-Si-Ho, affluent du Hong-Choui-Kiang, en deux localités, l'une à 15 kilomètres au Nord de la ville, l'autre à 20 kilomètres à l'Est. Le prix de vente sur le marché est de 130 à 160 sapèques les 100 livres chinoises, soit de 5 ou 6 francs la tonne, au cours local de l'argent.

De Hoang-Tsao-Pa à Hing-Gni, le chemin se dirige d'abord vers le Nord, toujours sur la même plaine, pour atteindre à Mou-Kiao la rivière du Tchin-Si-Ho. On trouve sur la rive gauche le calcaire liasique, sur lequel on passe à 1.400 mètres. On redescend encore à 1.100 mètres sur le faisceau rhétien, à Ma-Pien-Tien; puis on passe dans le calcaire triasique moyen formant une nouvelle zone de pitons, aumilieu desquels un fond lacustre permo-triasique de faible étendue renferme la ville de Hing-Gni-Fou, située ainsi sur la bordure de la zone d'érosion du Hoa-Kiang.

Digitized by Google

ITINÉRAIRE XII.

DE HING-GNI A KOUEI-YANG-SEN.

(Du 20 janvier au 3 février 1899. Pl. XI.)

On rencontre à Hing-Gni une route mandarine, qui est la voie la plus courte entre le Se-Tchouan et le Tonkin. A ce titre, elle a été mise en état et utilisée pendant les hostilités qui ont suivi notre établissement dans le pays.

Notre itinéraire remonte vers le Nord jusqu'à Tchen-Ning pour franchir, sur des ponts placés le plus haut possible, les branches de la rivière de Hoa-Kiang, qui parait être la véritable origine du fleuve de Canton. C'est le cours d'eau désigné sous le nom de Pan-Kiang sur la carte de M. Friquegnon.

Notre trajet suit un profil en long des plus accidentés, qui montre de nombreuses coupes du calcaire à Productus, surmonté de lambeaux permo-triasiques, le calcaire mésozoïque ayant disparu. Comme au Yun-Nan, les parties cultivées en rizières sont formées par des niveaux schisteux intercalés dans le calcaire paléozoïque, et renfermant des veines de houille exploitées en un grand nombre de points.

On longe d'abord à partir de Hin-Gni la bordure d'un calcaire probablement triasique, jusqu'à Ta-Choui-Tsin (la grande source). On descend alors dans le calcaire à Productus, pour franchir, à 1.200 mètres d'altitude, la rivière de Pa-Lin. On rencontre déjà un affleurement charbonneux avant d'atteindre ce village.

Sur la rive gauche de la rivière apparaissent les calcaires noirs et bleus du carboniférien supérieur. On s'élève ensuite jusqu'à 1.450 mètres pour atteindre l'ancien village minier de Lan-Mou-Tchang.

Digitized by Google

Encore en ruines depuis la grande révolte, il devait auparavant son importance à l'extraction du mercure, qui en faisait le second des centres de production de ce métal au Kouei-Tcheou. L'un des innombrables filons disséminés dans la région était exploité en cet endroit. D'anciennes entrées de galerie sont encore accessibles dans le calcaire, et portent les traces d'un remplissage pyriteux, qui a été pris sur une épaisseur de 1^{m},50 à 2 mètres.

D'après les renseignements locaux, ces travaux ont été poussés jusqu'aux plus grandes distances accessibles aux mineurs chinois. Ils doivent s'être étendus au moins jusqu'à 1.500 mètres des orifices, et ils ont pu descendre en profondeur sans rencontrer de niveau aquifère.

On trouve encore, au même endroit, les ruines des fours de distillation et des amas du minerai soumis au grillage, après un triage qui en a séparé les parties pauvres. Celles-ci sont constituées par un schiste gris un peu calcaire, présentant à peine quelques mouches de cinabre, mais très fossilifère. En outre de vestiges non déterminables d'encrines et de brachiopodes, j'y ai recueilli de nombreuses empreintes d'Orthis, que M. Douvillé rapporte au carbonifèrien inférieur. Cet horizon existe certainement sous le calcaire à Productus, approximativement à 1.200 mètres d'altitude.

Malgré la difficulté des transports, l'usine recevait des minerais d'un assez grand nombre de centres d'extraction.

L'emplacement choisi pour la distillation du mercure se rattache à l'existence, au même endroit, d'un affleurement de houille faisant partie d'un niveau schisteux intercalé dans le calcaire, vers 1.400 mètres d'altitude, à 40 mètres au-dessous des entrées dans les filons de cinabre.

La veine plongeant un peu vers le Sud-Est, et possédant environ 1^{m},50 d'épaisseur, est encore l'objet d'une

Digitized by Google

exploitation assez active. Elle renferme huit galeries, fournissant un combustible friable et très sulfureux, qui présentait, au moment de notre visite, la composition suivante :

Eau	0,8
Matières volatiles	9,5
Cendres	35,0

Il est probable que le triage à la main peut donner une qualité meilleure, car des fours à coke sont en activité dans le village, et leur rayon de vente est d'une cinquantaine de kilomètres (*).

L'horizon houiller de Lan-Mou-Tchang est assez voisin de la partie supérieure du calcaire à Productus, et doit être, par suite, rapporté au Permien moyen. Des lambeaux de Permo-Trias se rencontrent par-dessus dans le trajet de 15 kilomètres qui conduit au village de Tai-Pin-Kai.

En continuant vers le Nord, on descend en traversant une zone de pitons du calcaire à Productus, sous laquelle apparaît encore le calcaire bleu. On parvient ainsi à 600 mètres d'altitude, où on rencontre un calcaire compact semi-cristallin, probablement dévonien. On franchit alors le Hoa-Kiang, dont les eaux charrient des grains de houille et des galets composés de porphyrite, de

(*) Dans la *Contribution à l'étude géologique de la Chine méridionale* déjà citée, M. G.-H. Monod désigne comme anthracite le charbon de Lan-Mou-Tchang, et s'élève contre la qualification de secondaire que j'attribue au gisement minier.

Dans une note antérieure, présentée, le 4 février 1901, à l'Académie des Sciences, M. Monod annonce que l'âge de ce gisement remonte à l'époque dévonienne, et en conclut que, d'une manière générale, la formation de la houille en Chine a commencé avant l'époque carbonifférienne. Cette opinion est fondée sur la découverte d'un *Phacops Vasseuri* (sp. nov.) dans des échantillons qui n'ont pas été communiqués au Service de la Carte géologique. D'après la description qui en a été donnée, ces échantillons proviennent non pas du schiste houiller, mais du schiste calcaire gris qui contenait le minerai de mercure.

Digitized by Google

schistes pourprés précambriens et de porphyre rouge quartzifère.

La succession des horizons paléozoïques est encore mieux visible sur la pente rapide de la rive gauche, et laisse voir sur le calcaire semi-cristallin un faisceau gréseux et schisteux avec filets de houille, que je rapporte au carboniférien inférieur. La base du calcaire à Productus paraît être au-dessus à l'altitude de 1.100 mètres. On chemine ensuite entre les pitons pour atteindre, à 1.300 mètres, la petite ville de Mo-You-Sse, renfermant de 2 à 3.000 habitants seulement, en partie chinois.

Les gisements de cinabre sont encore très nombreux dans les environs; mais, depuis la révolte, les indigènes cherchent à les dissimuler pour éviter le retour des mineurs musulmans, qui les exploitaient autrefois.

Un affleurement houiller est exploité à 7 kilomètres vers le Nord, à l'altitude de 1.400 mètres, au lieu désigné sous le nom générique de Mei-Tong-Chan. La houille, très superficielle, ne fournit qu'un combustible tout à fait médiocre.

Le même horizon, toujours marqué par de petites excavations, se rencontre fréquemment entre Mo-You-Sse et Kouan-Lin. Il s'abaisse graduellement jusqu'à 1.100 mètres. Malgré l'indifférence relative des habitants pour la qualité du combustible, nous rencontrons, dans une forge installée au bord du chemin, à 15 kilomètres au Sud de Kouan-Lin, une houille mi-grasse, modérément cendreuse. Elle provient de la localité même.

On traverse alors un affluent important du Hoa-Kiang. Le lit de cette rivière, à 800 mètres d'altitude, est à la base du carboniférien et contient de nombreux galets de porphyrite. Un affleurement charbonneux horizontal s'observe à perte de vue, vers 1.000 mètres d'altitude, sur la rive droite, la base du calcaire supérieur étant à 1.050 mètres. Sur la rive gauche, on remonte d'abord à

Digitized by Google

1.200 mètres jusque dans le calcaire ; puis on retrouve la même couche exploitée à 1.050 mètres d'altitude, près du village de Ta-Pin-Ti. La mine n'était ouverte que depuis un an, dans un affleurement boueux de plusieurs mètres d'épaisseur plongeant modérément vers l'Est. Un échantillon moyen présente la composition suivante :

Eau	15,6
Matières volatiles	22,3
Cendres argileuses	12,0

On arrive ainsi à Hoang-Ko-Chou, localité située sur le calcaire à Productus et remarquable par une belle cascade. On y rencontre le chemin direct de Yun-Nan-Sen à Kouei-Yang-Sen, par Kiu-Tsing, et, à partir de ce point, la direction d'ensemble de notre itinéraire passe au Nord-Est.

A 7 kilomètres de Houang-Ko-Chou, au lieu dit Ngan-Tchouang-Po, un bel affleurement rectiligne, jalonné par des fouilles sur plusieurs kilomètres, apparaît dans les collines calcaires tout autour de la route. L'épaisseur exploitable paraît de $1^{m},50$ à 2 mètres. Les schistes encaissants sont fossilifères, et les déterminations de M. Douvillé permettent de les rapporter avec la plus entière certitude à l'époque permienne. La composition d'un échantillon moyen de cette houille est la suivante :

Eau	3,0
Matières volatiles	15,7
Cendres	12,3

En passant sur le calcaire à Productus qui surmonte cet affleurement, puis sur le permo-trias, on atteint la ville de Tchen-Ning, que sa population d'environ 25.000 habitants place au troisième rang dans la province du Kouei-Tcheou.

Un massif calcaire la sépare de la ville de Ngan-Chuen,

Digitized by Google

qui compte elle-même, d'après le recensement officiel, 8.500 familles, soit environ 45.000 habitants. Ce massif forme, aux environs de Iao-Pou, un plateau karstique. La roche dolomitique, d'un gris jaunâtre, souvent caverneuse, et stratifiée à peu près horizontalement, m'a fourni quelques fossiles qui ont permis à M. Douvillé de la rapporter au Lias.

La houille rhétienne abonde dans les environs. Au moment de notre passage, on en rencontrait une vingtaine de tonnes en vente sur le marché de Ngan-Chuen. Le prix varie de 11 à 15 taëls les 10.000 livres chinoises, soit de 5 à 8 francs la tonne, rendue dans la ville. Ce combustible est dans toute la région très brillant et d'une dureté qui le fait plus apprécier que la houille permienne, mais il est aussi en général maigre, ou seulement un peu flambant. Il convient mal pour la fabrication du coke.

Les principaux centres d'extraction sont :

Mei-Tong, à 18 kilomètres au Nord ;

Kiao-Tze-Chan, à 25 kilomètres au Nord-Nord-Est ;

Yang-Tsong, à 28 kilomètres Nord-Nord-Est ;

Kan-Pa, à 25 kilomètres Sud-Est ;

To-Pou-Long, à 40 kilomètres Sud-Est.

La houille de Kiao-Tze-Chan présente la composition suivante :

Eau	0,8
Matières volatiles	8,2
Cendres	20,0

Le chemin de Ngan-Chuen à Kouei-Yang-Sen, par Che-Pan-Fang, Gan-Pin et Tsin-Tchen, suit constamment les horizons inférieurs du calcaire mésozoïque, formant des alternances de pitons et de plateaux karstiques, sur es quels on rencontre parfois des lambeaux de lias bariolé. Les fonds cultivés appartiennent au rhétien : ils sont

Digitized by Google

toujours accompagnés d'affleurements de houille, sur lesquels on observe d'innombrables petites fouilles.

La ville de Koueï-Yan-Sen se trouve sur une plaine de ce même horizon, mais d'une étendue supérieure. Les fouilles pour l'extraction de la houille, qui bouleversaient le sol, ont été interdites autour de la ville. Il est curieux, de constater qu'à une si grande distance du rhétien d'Europe on trouve encore, au même horizon, un calcaire gris bleuâtre, fissile en plaquettes très minces, qu'on emploie comme dallage dans toute la ville.

Les gisements de mercure qui s'éparpillent depuis la région de Mong-Tze jusqu'à Kouei-Yang, c'est-à-dire sur une longueur de 500 kilomètres, se rencontrent encore au Nord de cette ville. Le plus important des anciens centres d'extraction est celui de Pe-Ma-Tong, localité située auprès de Kai-Tcheou, à 50 kilomètres au Nord de Kouei-Yang. Au moment de notre passage, une tentative de remise en exploitation était faite, sous le patronage de divers mandarins, par un syndicat européen représenté par MM. de Marteau et Durand.

Les gisements énumérés ci-dessus sont loin d'être les seuls qui se rencontrent entre les méridiens de Yun-Nan-Sen et de Kouei-Yang-Sen. D'une part, la région paléozoïque de Toung-Tchouan, parsemée de massifs de porphyrite, se prolonge sur la rive droite du Fleuve Bleu, jusqu'à une soixantaine de kilomètres au Nord de Tchao-Toung. On connaît autour de cette localité de nombreux affleurements exploités, qui fournissent une houille très abondante, mais la plupart du temps anthraciteuse et assez cendreuse. Les gisements de cuivre s'étendent aussi dans cette région. Vers la frontière orientale du Yun-Nan, la route de Yun-Nan-Sen à Kouei-Yang-Sen recoupe un peu au-delà de Kiu-Tsing le faisceau mésozoïque et y rencontre de beaux affleurements de houille rhétienne flambante, exploités notamment à Ping-Y.

Digitized by Google

D'autre part, au Nord de Kouei-Yang-Sen, la formation mésozoïque se poursuit certainement sans discontinuité pour se raccorder avec le grand bassin houiller reconnu au Se-Tchouan par M. de Richthofen. Cette formation est conservée sur une grande épaisseur au Nord-Ouest du Kouei-Tcheou. La houille rhétienne s'y rencontre dans les pentes d'érosion, et particulièrement à Tsen-Y, où elle est d'excellente qualité. La région comprise entre cette ville, celle de Ta-Ting et celle de Ouei-Ning est probablement la plus favorisée de la province.

Elle a été spécialement visitée, en 1896, au titre de la Mission Lyonnaise, par M. l'Ingénieur Duclos, ancien élève de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, accompagné par M. Prénat, missionnaire. M. Duclos m'a fait part de toutes ses observations avant mon départ de France, avec la plus entière obligeance. La connaissance que j'ai acquise du pays me permet maintenant d'interpréter ces constatations en les rattachant à la géologie, et je suis heureux de rendre ainsi hommage à des efforts dont j'ai pu apprécier le mérite.

L'itinéraire de M. Duclos commence à Pi-Tsié, près de Ta-Ting, passe par Ouei-Ning et aboutit à Tchen-Ning.

La région de Pi-Tsié est tout entière couverte de sédiments liasiques. L'horizon inférieur versicolore, affleurant au voisinage des chemins, vers l'altitude de 1.500 mètres, contient un niveau gréseux jaunâtre, renfermant des veines de houille exploitées dans une multitude de localités.

Les points d'extraction sont tellement nombreux que le rayon de vente ne dépasse pas 10 kilomètres pour les plus favorisés, et notamment pour les mines de Pin-Sse-Kai et Mao-Pi, près du village du Kao-Chan-Pou, à 20 kilomètres vers l'Ouest de Pi-Tsié.

Les affleurements visibles le long de la route sont

Digitized by Google

minces. La houille paraît maigre dans cette région, et se vend de 10 à 12 francs la tonne dans les villages.

Au-dessus de l'horizon rhétien, l'infralias forme, comme sur les bords du Fleuve Bleu, de hautes collines stratifiées, composées d'alternances bariolées de schistes et de grès, avec niveaux d'hématites en rognons, surmontées d'un grès rouge, et couronnées par un calcaire crevassé et découpé qui forme des plateaux karstiques, dont l'altitude s'élève progressivement depuis 2.000 mètres, auprès de Pi-Tsié, jusqu'à 3.000 mètres, à l'Ouest. Le lias plongeant vers l'Est forme ainsi, sur la frontière du Yun-Nan et du Kouei-Tcheou, une chaîne de hauteurs qui se prolonge jusqu'au-dessus de Tsen-Y, encadrant au Sud-Est la vallée principale du Fleuve Bleu, exactement comme le font au Nord-Ouest les montagnes de Leang-Chan.

Au-dessous de l'horizon houiller rhétien, M. Duclos a rencontré vers 40 kilomètres à l'Ouest de Pi-Tsie, dans la profonde coupure du Tche-Tsing-Ho, un calcaire qui est notre permo-carbonifèrien, puis un horizon de porphyrite, et, par-dessous encore, le calcaire métamorphique, que je classe dans le dévonien.

En continuant à s'avancer vers l'Ouest, M. Duclos a vu le permo-trias se diviser en lambeaux séparés par des pointements du calcaire permo-carbonifèrien, qui se relève progressivement, sans doute à l'approche d'un massif de porphyrite, et forme vers Houen-Choui-Tang, à 40 kilomètres de Ouei-Ning, un plateau ruiniforme à l'altitude de 2.400 mètres. Dans cette localité, M. Duclos signale un niveau houiller intercalé dans le calcaire, et, par conséquent, tout à fait analogue à l'horizon permien de Ngan-Tchouang-Po.

Enfin, en arrivant à Ouei-Ning, M. Duclos a vu le calcaire permo-carbonifèrien, morcelé à son tour, former la bordure d'une série de fonds lacustres fertiles, situés sur un horizon schisteux inférieur, précisément à l'altitude

Digitized by Google

de 2.000 mètres, qui est celle de Yun-Nan-Sen. On y rencontre des affleurements exploités qui fournissent une houille grasse employée à la fabrication du coke.

En revenant vers l'Est, M. Duclos, continuant d'abord à rencontrer la houille grasse permo-carbonifférienne, repasse sur un plateau permien, près de Choui-Tchen-Ting, et y retrouve encore à Tze-Tchang (1.630 mètres) un affleurement exploité au milieu même du calcaire, visible sur 2 à 3 kilomètres, et qui prolongerait vers le Nord le gisement de Ngan-Tchouang-Po. Finalement, avant d'arriver à Tchen-Ning, M. Duclos passe d'abord sur le plateau dolomitique et karstique de Iao-Pou.

Ces observations étendent ainsi, de la manière la plus concordante, les résultats de mon étude géologique au Sud de Kouei-Yang-Sen.

ITINÉRAIRE XIII.

DE KOUEI-YANG-SEN A KOUEI-LIN-SEN.

(Du 28 février au 2 avril 1899. Pl. XI et V.)

Les deux capitales du Kouei-Tcheou et du Kouang-Si ne sont éloignées l'une de l'autre que d'environ 400 kilomètres; mais il n'existe entre elles aucune relation administrative ou commerciale. Le trajet, que nous avons pu accomplir en trente-cinq jours, par l'intervention constante des autorités chinoises, suit en grande partie la rivière à peine navigable par laquelle l'opium du Kouei-Tcheou et les bois de la région frontière descendent vers Canton, en échange de quelques importations étrangères. Ce cours d'eau est assez mal figuré sur les cartes. Il porte au Kouang-Si le nom de Yang-Kiang.

Le bassin mésozoïque de Kouei-Yang-Sen s'étend à l'Est jusqu'à la frontière du Hou-Nan. Les affleurements

Digitized by Google

exploités deviennent de plus en plus anthraciteux dans cette direction, et la richesse houillère disparaît progressivement.

De Kouei-Yang-Sen (altitude 1.200 mètres) à Kou-Kio (1.300 mètres) et à Long-Li (1.200 mètres), on rencontre presque constamment l'horizon houiller rhétien intercalé entre le calcaire infra-liasique et le trias. Ce dernier terrain contient lui-même des bancs calcaires, mais beaucoup moins puissants que dans la région de Mong-Tze. Les exploitations de houille sont extrêmement nombreuses, mais presque toujours temporaires.

La seule mine relativement importante est celle de Cha-Tze-Kang, située au bord même du chemin. Elle comprend une galerie d'extraction de 400 mètres de longueur, tracée dans une couche de $1^{m},50$, plongeant localement vers le Nord-Ouest et très voisine du calcaire infraliasique qui la surmonte.

La houille maigre présente la composition suivante :

Eau	0,6
Matières volatiles	12,8
Cendres	8,8

Cette qualité est une des meilleures du pays; cependant, la production moyenne ne dépasse guère 1 tonne par jour. Le prix de vente sur le carreau de la mine était d'environ 1 franc la tonne, en 1898. Il s'est élevé à 1 fr. 50 en 1899, atteignant 5 francs sur le marché de Long-Li. Cette différence permet d'apprécier l'effet de l'insuffisance des moyens de transport, car la route mandarine entre Cha-Tze-Kang et Long-Li descend constamment sur une dizaine de kilomètres, et peut être considérée comme une des plus faciles du pays. Sur cette route et sous l'horizon houiller, on rencontre des bancs minces d'un calcaire gris à Céphalopodes, rapporté au trias par M. Douvillé.

Digitized by Google

De Long-Li à Koui-Tin, on continue à rencontrer l'horizon rhétien vers l'altitude de 1.250 mètres. On passe à 1.400 mètres d'altitude sur un plateau liasique gréseux, à peu près complètement désert, coupé près de Sin-Ngan par un ravin qui descend jusqu'au trias (1.050 mètres).

De Koui-Tin à Tou-Yun par Kou-Tong, les mêmes terrains apparaissent encore à peu près aux mêmes altitudes. Cette dernière ville est située à 900 mètres sur les couches triasiques inférieures, relativement fertiles, mises à nu par l'érosion d'une rivière qui appartient encore au bassin du Fleuve Bleu. On franchit encore une crête liasique avant d'atteindre Pa-Tchai (1.100 mètres), puis on descend à travers le faisceau bariolé permo-triasique jusqu'à San-Kio, où on rencontre, à l'altitude de 370 mètres, le Yang-Kiang, au bord duquel apparait le calcaire à Productus.

San-Kio est le point terminus de la navigation aux basses eaux, et, au-dessous de cette localité, tous les transports ne se font plus que par barques. Pour continuer l'exploration géologique, nous prîmes le parti de suivre avec notre escorte chinoise les sentiers indigènes qui coupent les sinuosités de la rivière en s'élevant souvent de 500 mètres au-dessus d'elle. Nous fûmes ainsi amenés à la traverser vingt-sept fois, tout en continuant le levé topographique de M. de Vaulserre.

Depuis San-Kio jusqu'à Kou-Tchou, le cours d'eau recoupe progressivement les horizons calcaires et schisteux du calcaire à Productus qui se relève progressivement vers l'Est. Aucune trace de houille ne s'y rencontre. A Kou-Tchou apparaissent les phtanites et un horizon schisto-gréseux cultivé qui peut être rapporté au carbonifèrien inférieur.

La ville, très petite et de création récente, est le siège d'un Cercle militaire (Ting) ; elle est la résidence d'un

Digitized by Google

Tao-Tai, chargé des relations avec les populations entièrement indigènes qui occupent toute la partie orientale de la province.

Au-dessous de Kou-Tchou, le Yang-Kiang reçoit, près de Hia-Pin-Kiang, un affluent venant du Sud, et, à Youn-Tong, un autre affluent venant du Nord-Nord-Est. Entre ces deux rivières secondaires, le cours du Yang-Kiang passe sur un épanchement de porphyrite, qui se trouve parfois à l'état de brèche. Cette roche occupe ainsi, à 800 kilomètres de Ta-Li, le même horizon stratigraphique, amené à l'altitude d'environ 280 mètres après avoir atteint 3.000 mètres sur les bords du Fleuve Bleu.

Depuis Youn-Tong jusqu'à Mei-Tchai, on rencontre un calcaire compact, avec alternances schisteuses renfermant des fossiles indéterminables. L'ensemble du terrain est entièrement analogue au faisceau infracarboniférien, et probablement dévonien, qui a été ensuite reconnu au Kouang-Si. Les collines environnantes sont constituées jusqu'à 600 mètres d'altitude par une formation argilo-gréseuse, sans fossiles, qui peut être rapportée au permo-trias.

Au Nord, apparait un massif montagneux, d'au moins 1.000 mètres d'altitude. Il forme une crête dirigée Nord-Nord-Est, qui constitue la frontière du Kouei-Tcheou. La rivière de Youn-Tong longe le versant occidental de ce massif. et amène au Yang-Kiang des galets de granulite, de tourmalinite, de microgranulite et de porphyre feldspathique. Les ruisseaux venant du Sud amènent des galets de diorite avec quartzite et schistes précambriens.

A partir de Long-Pao, la rivière passe sur un lit de schiste précambrien, les berges portant encore, jusqu'à Fou-Lou, des lambeaux de calschiste dévonien.

Le précambrien se relève ensuite perpendiculairement à la rivière en un massif sur lequel on passe jusqu'à 700 mètres d'altitude pour atteindre Leang-Keou.

Digitized by Google

Au-dessous de ce village, la rivière s'enfonce dans une gorge abrupte creusée dans le précambrien. D'après l'ensemble de nos observations, ce terrain comprend un horizon supérieur, d'environ 50 mètres de puissance, constitué par un quartzite presque vitreux, rubané, noir et blanc, au-dessous duquel se rencontre le schiste compact. Celui-ci est d'un gris verdâtre en profondeur ; mais il est souvent rubéfié sur des épaisseurs de 50 à 100 mètres au-dessous du quartzite. Les montagnes précambriennes, occupées par les indigènes à peu près indépendants, et inaccessibles aux Chinois, s'élèvent au moins jusqu'à 1.000 mètres d'altitude. Nous avons dû voyager en barque jusqu'à Tchang-Gan.

La gorge du Yang-Kiang traverse un anticlinal des strates précambriennes, qui plongent régulièrement vers l'Est entre Leang-Keou et Lao-Pou.

A partir de cette localité, la rivière change brusquement de direction, et suit définitivement vers le Sud le pied du massif précambrien, qui se prolonge, jusqu'au-dessus de King-Yuen, en une chaîne rectiligne d'environ 120 kilomètres de longueur. La rive gauche est couverte de sédiments récents, provenant visiblement des couches précambriennes. Des pitons calcaires en émergent à environ 10 kilomètres vers l'Est. Le sous-sol de la région aplanie paraît formé par les strates comprises entre le précambrien et le calcaire carboniférien. On y rencontre un schiste ardoisier, qui est exploité, et employé en dallages.

De Tchang-Gan (altitude 180 mètres) à Kouei-Lin-Sen (altitude 220 mètres), on traverse une région tabulaire dans son ensemble. Elle est constituée par le calcaire à Productus légèrement incliné vers l'Est, et s'élevant en innombrables pitons jusqu'à 450 mètres d'altitude. Il forme aussi vers cette altitude des plateaux couronnés de lambeaux permo-triasiques. La constitution de ce fais-

Digitized by Google

ceau est absolument identique à celle qu'il présente au Yun-Nan. On observe à la base des schistes noirs, puis des alternances bariolées de grès et d'argile compacte. Les parties les plus élevées sont couronnées par un poudingue contenant des galets de quartzite rubané. Les niveaux inférieurs renferment des lentilles de gypse, qui sont exploitées notamment au-dessus de Iong-Ning, à 600 mètres d'altitude. Le permo-trias s'élève jusqu'à 750 mètres. Il a fourni par glissement et remaniement le sol aplani qui forme les parties cultivées le long des rivières.

Le calcaire à Productus est noir et fétide dans les horizons inférieurs; il contient de nombreuses coupes de fossiles, identiques à celles qu'on observe aux mêmes altitudes sur la côte du Tonkin. Les pitons forment autour de Kouei-Lin-Sen et dans la ville même un paysage des plus caractéristiques.

ITINÉRAIRE XIV.

DE KOUEI-LIN-SEN A NAN-NING.

(Du 9 avril au 26 avril 1899. Pl. V.)

La région centrale de la province du Kouang-Si présente une constitution géologique tout à fait uniforme.

Les parties supérieures des cours d'eau serpentent au milieu de pitons du calcaire à Productus, et la contrée deviendrait absolument analogue à la baie d'Along, si le niveau de la mer était relevé d'environ 200 mètres.

Le lit des rivières s'établit à peu près uniformément à la base du calcaire à Productus, et l'altitude de cet horizon géologique est tellement constante que la navigabilité ne dépend que du volume des eaux. L'extrémité du Koui-Kiang, qui remonte de Ou-Tcheou jusqu'au-dessus de

Digitized by Google

Kouei-Lin, se trouve ainsi prolongée par un canal situé toujours au même niveau et aboutissant à l'extrémité du Siang-Kiang. Ce fleuve descend vers le Nord jusqu'au Fleuve Bleu, en traversant tout le Hou-Nan. Ainsi les communications fluviales sont établies sans interruption depuis Long-Tcheou, sur la frontière du Tonkin, jusqu'à Shang-Haï, et peuvent même se prolonger jusqu'à Pékin par le Canal Impérial.

Les parties moyennes et inférieures des rivières prennent, en général, une direction plus uniforme au milieu des alluvions récentes. Dans les intervalles de ces artères commerciales, le permo-trias n'existe plus, sur des étendues notables, que dans les régions relativement hautes, habitées par les populations indigènes.

De Kouei-Lin-Sen à Lieou-Tcheou, on traverse d'abord, sur une trentaine de kilomètres, la plaine de permien remanié parsemée de pitons, et assez fertile, qui entoure toute la ville.

On atteint ensuite, à 150 mètres d'altitude, le Tsin-Kiang, rivière peu profonde, que l'on suit jusqu'à Lo-Ioung. Elle est bordée d'alluvions et encadrée de pitons avec lambeaux de permo-trias intercalés, qui s'élèvent jusqu'à 500 mètres d'altitude. La plaine de Lo-Ioung, d'une étendue d'environ 200 kilomètres carrés, est particulièrement fertile, et cultivée surtout en cannes à sucre.

On s'engage de nouveau sur le calcaire à Productus pour atteindre Lieou-Tcheou en traversant la boucle du Lieou-Kiang.

Cette rivière, qui porte des jonques de 50 tonnes, coule à San-Men-Kiang sur un quartzite rubané. Les berges sont formées d'alternances de calcaire fuligineux avec des phtanites et des schistes rubéfiés. Quoique très altérés, ces schistes sont fossilifères. Ils contiennent des *Evomphalus* et de petits Brachiopodes rapportés par M. Douvillé à la base du calcaire à Productus.

Digitized by Google

Le même horizon de base apparaît encore de Lieou-Tcheou à Laï-Ping par Tchouang-Chan. Il renferme de nombreuses coupes de brachiopodes, de grandes encrines silicifiées et de beaux spongiaires.

Après avoir franchi, à Laï-Ping, le Hong-Choui-Kiang, à 125 mètres d'altitude, on rencontre constamment jusqu'à Tsien-Kiang, dans les berges de cette rivière, le quartzite rubané surmonté par le calcschiste à encrines.

On chemine ensuite au milieu des pitons jusqu'à la plaine de Pin-Tcheou, située sur les schistes anciens feldspathisés, accompagnés d'amphibolites, qui se relèvent tout autour d'un massif granitique (*).

Celui-ci atteint au moins 900 mètres d'altitude et forme une longue arête rectiligne dirigée au Nord-Nord-Est. On s'élève au milieu du granit, jusqu'à 420 mètres, à Ma-Lin, dans des ravins escarpés, sur les contreforts de l'arête principale. En redescendant vers le Sud, on retrouve encore au-dessous de Pa-Tang, à 200 mètres, la bordure des strates infra-dévoniennes redressées. Un piton calcaire réapparaît à l'Ouest, au milieu de la plaine d'alluvions qui borde le Sing-Kiang, et qui s'étend jusqu'à Nan-Ning.

Les sédiments récents sont très étendus et forment des mamelons d'une cinquantaine de mètres au-dessus du Fleuve. Ils contiennent des veines de lignite, qui ont été l'objet de petites exploitations maintenant abandonnées. La formation de ce dépôt peut remonter au début de l'époque pliocène.

(*) D'après des renseignements incomplets, M. de Richthofen a supposé, dans son mémoire du 18 octobre 1900 (p. 11), que la partie médiane du Kouang-Si (*flache Huegelland*) était tout entière couverte de dépôts sédimentaires récents. L'existence du massif granitique de Ma-Lin a été reconnue, antérieurement à mon voyage, par M. Bourne; on y rencontre des carrières qui fournissent des matériaux de construction employés à Nan-Ning.

Digitized by Google

ITINÉRAIRE XV.

DE NAN-NING A HANOI.

(Du 31 avril au 28 mai 1899 Pl. V.)

Un an avant notre passage, la Mission topographique dirigée par M. Wiart avait étudié un tracé de chemin de fer entre Long-Tcheou et Nan-Ning. La région se compose de calcaire à Productus, plus ou moins couvert de permo-trias remanié.

Le Tso-Kiang, désigné, sur la carte de M. Friquegnon, sous le nom de Li-Kiang, coule dans un canon sinueux, parfois d'une centaine de mètres de profondeur, que nous avons remonté en treize jours, pendant la période des plus basses eaux. Depuis le confluent de cette rivière jusqu'à Nan-Ning, le Sing-Kiang passe sur le quartzite rubané. Les berges sont formées par des bancs d'un calcschiste rose, exploité comme pierre de construction et pouvant être rapporté au dévonien.

Le Tso-Kiang suit le même horizon jusqu'au-dessus de Sing-Ning. Il reçoit alors un affluent Nord-Nord-Est dont il prend pendant quelque temps la direction, puis le lit s'élève progressivement sur les horizons inférieurs du calcaire à Productus, montrant souvent des coupes de fossiles et de grandes encrines silicifiées. La roche est d'ailleurs semi-cristalline; sa texture apparaît oolithique, surtout au microscope (*). Elle semble, par sa position stratigraphique, correspondre à l'horizon le plus élevé des calcaires globulitiques de M. de Richthofen.

Le quartzite rubané, séparé du calcaire par quelques lits schisteux, apparaît de nouveau par une grande faille Nord-Nord-Est un peu au-dessus de Taï-Ping. On traverse alors le terrain précambrien pendant une dizaine de kilo-

(*) Détermination due à M. Cayeux.

Digitized by Google

mètres vers l'Ouest, en recoupant la bordure d'une région relevée située au Sud entre Taï-Ping et la frontière du Tonkin. La rivière longe ainsi une grande plaine fertile dont le sol est constitué par l'horizon dévonien.

On repasse ensuite jusqu'à Long-Tchéou, dans les niveaux inférieurs du calcaire à Productus.

Depuis Long-Tchéou jusqu'à Nam-Quan, frontière du Tonkin, on traverse une région disloquée par l'apparition d'un porphyre à quartz globulaire (Yang-Tze-Lan). Le calcaire, à Productus toujours découpé en pitons, avec permo-trias plus ou moins remanié, s'élève jusqu'à 600 mètres d'altitude, et se rencontre à 400 mètres au col de Lien-Tchen sous la forme globulitique de l'horizon inférieur.

La stratigraphie reprend sa régularité dans la région de Lang-Son. Des lambeaux importants de permo-trias, dans lequel des fossiles caractéristiques du trias inférieur ont été rencontrés, sont nettement recoupés par les tranchées du chemin de fer entre Lang-Son et Phu-Lang-Thuong. D'après leur position stratigraphique et leur régularité, il semble probable que la grande falaise calcaire qui les domine vers le Nord-Ouest appartienne au trias moyen. Il y aurait lieu d'y rechercher des fossiles, qui sont, à la vérité, difficiles à découvrir dans ce calcaire coralligène très cristallisé.

CONSTITUTION D'ENSEMBLE.

(Carte géologique Pl. XIII, et coupes Pl. XII.)

Tandis que le relief topographique rappelle l'aspect que la surface de la lune présente au télescope, la constitution tectonique des provinces voisines du Tonkin est, au contraire, d'une exceptionnelle simplicité. Elle résulte d'une succession de mouvements généraux, que l'on peut répartir en trois périodes.

Digitized by Google

I. **Période de sédimentation.** — Entre le massif supérieur du Thibet et le grand bassin mésozoïque du Se-Tchouan, règne une zone de plissements Nord-Sud, qui est la base principale du rattachement tectonique de la péninsule indo-chinoise à l'ensemble du continent asiatique. Cette zone a été explorée transversalement, sur 500 kilomètres de largeur, par M. L. von Loczy, entre Ia-Tchou et Kian-Ka. Elle se compose de redressements des strates précambriennes, dirigées du Nord au Sud, mais plongeant tantôt à l'Ouest et tantôt à l'Est, autour de noyaux granitiques accompagnés parfois d'auréoles gneissiques. Parmi ces anticlinaux Nord-Sud, l'un des plus accentués est le plus avancé vers l'Est. Il fait apparaître la roche granitique sur 125 kilomètres entre Ia-Tchou et Ta-Tsien-Lou. Le flanc oriental de cet anticlinal se continue au Sud depuis Ia-Tchou jusqu'à Toung-Tchouan, sur une longueur de 400 kilomètres, faisant ainsi dévier vers Yun-Nan-Sen le cours supérieur du Fleuve Bleu, en amont de Sui-Fou.

Le flanc occidental du même anticlinal se prolonge aussi rigoureusement vers le Sud et forme la rive gauche du Kin-Ho. Il se termine par la falaise de leptynite de Sie-Ke-Ta, au confluent du Kin-Ho avec le Fleuve Bleu.

Sur la rive droite de ce fleuve, le relèvement des couches précambriennes et le noyau granitique disparaissent sous un manteau de formations paléozoïques, conservées jusqu'à de grandes altitudes.

Un autre anticlinal analogue borde à l'Ouest le Fleuve Bleu, remontant vers le Nord à partir de la hauteur de Ta-Li. Cet anticlinal a été aussi reconnu par M. L. von Loczy, et son noyau granitique, plus étendu encore que celui de Ia-Tchou, a été traversé par ce géologue à l'Ouest de Teng-Yue. Entre ces deux grands anticlinaux s'étend au Yun-Nan un synclinal comblé par des sédiments paléozoïques et mésozoïques.

Digitized by Google

Les régions plissées précambriennes paraissent avoir constitué, sur la bordure du massif thibétain, toute une zone de rivages de la mer dévonienne et carboniférienne. Les déterminations paléontologiques de M. Douvillé révèlent la continuité de cette mer depuis la Perse jusqu'au Japon. Traversant la Chine en écharpe, elle a laissé des dépôts qui sont en discordance complète avec les strates précambriennes et manquent parfois entre celles-ci et les formations plus récentes.

Au début de l'époque carboniférienne, les rivages émergés étaient le siège d'une activité volcanique incomparablement plus puissante que celle des phénomènes actuels du même ordre. Les épanchements mélaphyriques de cette période paraissent distribués au moins depuis le Thibet jusqu'au Sud en Cochinchine, et jusqu'à Shang-Haï à l'Est; mais leur centre éruptif devait être sur la bordure orientale de l'anticlinal de Toung-Tchouan, où leur masse est prépondérante et où leur structure est basaltique sur de grandes étendues.

Après les éruptions, l'affaissement des rivages a fait déposer sur la porphyrite elle-même les calcaires permiens à Productus, accompagnés de niveaux schisteux. Les dépôts de houille qui s'y rencontrent deviennent cendreux et disparaissent progressivement à mesure qu'on s'avance vers l'Est.

La région houillère paléozoïque reconnue au Se-Tchouan, au Yun-Nan et au Kouei-Tchéou s'étend du Nord au Sud sur le flanc oriental de l'anticlinal de Toung-Tchouan, et se prolonge ainsi jusqu'aux affleurements qu'on rencontre sur les bords du Fleuve Rouge, depuis le milieu de son cours au Tonkin jusqu'à Lao-Kay.

Les dépôts de houille permienne signalés près de Se-Mao et de Louang-Prabang appartiennent probablement encore au prolongement de la même zone.

Pendant la dernière partie de l'époque permienne, le

Digitized by Google

synclinal de Ma-Chang formait une lagune salifère, dont les dépôts s'étendent encore du Nord au Sud, depuis Li-Kiang jusqu'à Se-Mao.

Le régime littoral, caractérisé par la constitution arénacée des sédiments bariolés, s'est ensuite étendu progressivement pendant le dépôt des schistes feuilletés du trias inférieur et des calcaires coralligènes du trias moyen. La modification profonde de la composition des sédiments à la fin de l'époque permienne paraît due à la surrection des régions porphyritiques, autour desquelles les calcaires à Productus s'affaissent, existant encore en lambeaux isolés dans les parties hautes. On voit parfois les couches permiennes supérieures passer par transitions insensibles à la composition de la porphyrite adjacente. La destruction de cette roche, jointe à un remaniement répété des éléments sédimentaires, paraît avoir fourni la masse uniforme de terrains rouges qui s'étend depuis le Se-Tchouan jusqu'à l'extrémité de la péninsule indo-chinoise.

L'accentuation du relief des massifs porphyritiques, depuis le commencement de la période mésozoïque, est l'origine des innombrables filons métallifères qui se rencontrent autour d'eux, et qui ont recueilli les produits consécutifs de l'épanchement volcanique.

A la fin du Trias, l'époque rhétienne a donné naissance aux dépôts houillers les plus étendus de la région. Comme ceux du calcaire à Productus, ils sont répartis sur les deux versants de l'anticlinal porphyritique et paléozoïque de Toung-Tchouan. Ils se prolongent vers l'Est, tout en s'altérant sur une grande partie de la province du Koueï-Tcheou. Ils paraissent se raccorder avec la zone houillère que cette province renferme, sur sa frontière orientale, au voisinage d'un autre ridement précambrien, encore accompagné de granite et de porphyrite. Ce ridement la sépare du Hou-Nan et du Kouang-Si, mais sans posséder un relief comparable à celui de l'anticlinal de

Digitized by Google

Toung-Tchouan. Après la période rhétienne, le dépôt du calcaire liasique s'est encore effectué dans les parties profondes, et enfin les marnes et grès à bivalves paraissent avoir terminé le comblement des géosynclinaux.

II. **Période d'émersion.** — Il paraît certain que l'émersion de l'Asie orientale s'est achevée à l'époque jurassique.

En premier lieu, il n'existe nulle part, ni sur les côtes, ni sur la bordure du Thibet, aucune trace de sédiments marins postérieurs à cette époque.

En second lieu, il est difficile d'admettre que ces sédiments aient disparu tout entiers par érosion, car celle-ci est encore peu avancée dans les districts les plus élevés, par exemple au Leang-Chan (4.000 mètres) ou sur le lambeau mésozoïque de Hing-Gni. Dans ces parties, le sol est depuis longtemps protégé par l'engouffrement des eaux à travers les formations calcaires du Lias, du Trias et du calcaire à Productus.

Il faut admettre, dès lors, que la Chine méridionale formait jusqu'à l'époque miocène une région plane. Elle devait échapper par la faiblesse de son relief aux grandes précipitations atmosphériques, mais sans atteindre l'état désertique qui subsiste encore au Nord-Ouest de la Chine centrale, et dont le maintien pendant de longues périodes géologiques paraît avoir au moins préparé la formation du lœss chinois.

III. **Formation du relief actuel.** — On peut rapporter à la période miocène les mouvements orogéniques qui ont formé les bassins tertiaires échelonnés au Tonkin le long du Fleuve Rouge. Ces dépôts renferment des roches éloignées de leur gisement initial, et témoignent ainsi d'un relief déjà considérable, quoique moins important que celui de l'époque actuelle.

L'orographie du bassin du Fleuve Rouge est réglée par

Digitized by Google

un réseau de failles parallèles au système indien Nord-Ouest-Sud-Est, et qui se prolonge depuis le delta jusqu'au Thibet. Elles sont accompagnées par des cassures perpendiculaires dans les strates calcaires. Elles ont été signalées au Tonkin par M. Jourdy (*). On les rencontre aussi dans les parties méridionales du Yun-Nan et du Kouang-Si et notamment dans la zone d'érosion du Hoa-Kiang. Il est à rappeler que leur extension a été depuis longtemps annoncée par M. de Richthofen, et même avant son voyage en Chine, d'après l'analyse du cours des fleuves (**). Ce célèbre géologue a même prévu qu'elles devaient dominer vers les sources du Si-Kiang, ce qui a été vérifié par mon exploration géologique dans la zone d'érosion du Hoa-Kiang, véritable origine du grand fleuve de Canton. Le tracé de cette zone d'érosion sur la carte est des plus explicites à cet égard. Comme les déterminations paléontologiques de MM. Douvillé et Zeiller rapportent très nettement les bassins échelonnés du Fleuve Rouge aux débuts de l'époque pliocène, il est probable que cet âge est aussi celui des dépôts tertiaires qui doivent se rencontrer dans les parties centrales du Kouang-Si et du Kouang-Tong. L'extension de ces dépôts pliocènes est limitée au voisinage des fleuves qui les ont apportés. Les régions éloignées de ces grandes voies de communication sont constituées au Kouang-Si par le calcaire à Productus portant encore quelques lambeaux de permo-trias.

Le relief actuel élève l'horizon rhétien depuis le niveau de la mer, où il se trouve à Hon-Gay, jusqu'à l'altitude d'environ 3.000 mètres, qu'il possède au Leang-Chan. La base du calcaire carbonifèrien supérieur, située au-dessous du niveau de la mer sur la côte du Tonkin, et à une centaine de mètres d'altitude au centre du Kouang-Si,

(*) *Bulletin de la Société géologique de France*, [3] XIV.
(**) *China*, II• vol., p. 28.

Digitized by Google

s'élève à 2.850 mètres d'altitude sur la porphyrite au bord du Fleuve Bleu (gisement houiller de Lou-Pou).

Du Sud au Nord, ces dénivellations si considérables sont progressives et ne sont accompagnées d'aucun indice de plissement. La structure tabulaire du pays sur de grandes étendues est évidemment l'origine de la confusion qui s'est établie entre les horizons calcaires dans les renseignements rapportés par divers explorateurs.

De l'Est à l'Ouest, l'orogénie prolonge le grand système d'affaissement de l'Asie orientale, dont la synthèse a été formulée par M. Suess (*) d'après les découvertes fondamentales de M. de Richthofen dans la Chine septentrionale et centrale.

Après avoir depuis longtemps prévu, sous le nom d'*hypotetische Bruchlinie* (**), le prolongement du système jusqu'au Fleuve Bleu, M. de Richthofen vient de réunir ses observations dans un important mémoire présenté le 18 octobre 1900 à l'Académie des Sciences de Berlin (***). Il y est rappelé que, dans toute son étendue, l'Empire chinois se divise en deux régions orographiques distinctes.

La région maritime, de faible altitude, est parsemée de collines composées, en général, de sédiments appartenant à des formations récentes. Desservie par un réseau de cours d'eau navigables, cette région est tantôt restreinte, comme dans le voisinage de la mer d'Okhotsk ou bien entre Pékin et Moukden, tantôt très étendue, comme dans la Chine centrale, où elle atteint une largeur de plus de 1.000 kilomètres. La région maritime est séparée d'une région continentale de très haut relief par une série d'escarpements que les grands fleuves traversent en général,

---

(*) Suess, *Antlitz der Erde*, IIe vol., 1888, p. 236-240.

(**) Richthofen, *China*, IIe vol. Berlin, 1882, pp. 519, 520, 735, pl. VI.

(***) *Ueber Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ost-Asiens.*

Digitized by Google

mais en éprouvant toujours des changements brusques de profil qui interrompent ou suppriment la navigabilité.

Une sorte de rempart naturel s'élève ainsi entre la Chine maritime et l'intérieur du continent asiatique, opposant aux communications par voie de terre une barrière d'autant plus difficile à franchir qu'on s'écarte davantage des grandes artères fluviales. Toutes les contrées situées à l'Ouest atteignent des altitudes considérables, dont l'influence est capitale sur le climat.

La cause de cette séparation en deux régions si distinctes réside dans une dénivellation rapide et permanente de tous les horizons géologiques.

Faisant état des indications partielles que j'ai données dès mon retour (*), M. de Richthofen a pensé que la zone d'affaissement dont j'annonçais le prolongement au Sud du Fleuve Bleu se dévierait progressivement vers l'Ouest, à mesure qu'elle se rapprocherait du Tonkin. Elle enveloppperait ainsi les parties méridionales du Kouei-Tcheou et du Yun-Nan, et viendrait rencontrer le Fleuve Rouge. Elle créerait une frontière entre la Chine continentale et le Tonkin. Notre colonie resterait l'appendice méridional de la Chine maritime et se rattacherait à la partie orientale du Kouang-Si.

Tout l'ensemble des observations qui précèdent explique les conclusions opposées qui ont été réunies dans une note présentée à l'Académie des Sciences (**).

La région que j'ai visitée réalise, de l'Est à l'Ouest, sur une très grande étendue, le type auquel M. de Lapparent applique le nom de Mâconnais (***). De longs voussoirs à larges courbures et des lignes d'escarpement dans lesquelles domine toujours la direction Nord-Nord-

(*) *La Géographie* (*Bulletin* du 15 avril 1900).
(**) Note du 3 décembre 1900.
(***) *Leçons de Géographie physique*, p. 715.

Digitized by Google

Est sont formés par des échelons de paquets sédimentaires étagés entre le prolongement de l'anticlinal de Toung-Tchouan et la flexure presque parallèle qui s'étend depuis I-Tchang jusqu'à la baie d'Along. Tout en précisant ainsi sa position, il convient de maintenir à cette flexure le nom de zone de Hou-Kouang, qui lui a été donné par M. de Richthofen. Sur la côte du Tonkin, le relèvement des horizons mésozoïques commence au rivage même. Il atteint 1.400 mètres sur la frontière de Chine, au Nord de l'île de Ke-Bao. Le Tonkin tout entier se rattache donc à la Chine continentale. La structure orientale du Yun-Nan et du Kouei-Tcheou rappelle ainsi la description d'ensemble donnée par M. de Richthofen d'une partie de la province du Chan-Si (*).

Il est à remarquer que la fréquence des cassures Nord-Nord-Est a été reconnue au Yun-Nan occidental par le Dr Joubert, au cours de la mission Doudart de Lagrée. Il est donc probable que l'influence du mouvement d'affaissement de l'Asie orientale s'étend sur la rive droite du Fleuve Rouge, bien qu'il soit masqué dans cette région par l'importance prédominante des mouvements tectoniques antérieurs à l'époque actuelle.

(*) Mémoire du 18 octobre 1900, p. 2.

Digitized by Google

TROISIÈME PARTIE.

CONDITIONS D'EXPLOITABILITÉ.

CHAPITRE I.

RÉSUMÉ DES RESSOURCES MINÉRALES.

1° **Houille** (*). — La houille paléozoïque se rencontre à de niveaux variables, depuis le carboniférien jusqu'au permien moyen dans le faisceau du calcaire à Productus.

On ne rencontre pas de couches épaisses, ce qui concorde avec la structure générale du terrain. Elles peuvent cependant exister dans les horizons inférieurs.

La région productive peut être assimilée à un quadrilatère qui s'étendrait depuis Lao-Kay jusqu'à Yun-Nan-Sen, Toung-Tchouan, Tchao-Toung et Kouei-Yang-Sen. La surface est de 110.000 kilomètres carrés. En admettant que l'épaisseur moyenne par mètre carré puisse être évaluée à $0^{m},10$, ce qui semble inférieur à la réalité, on obtient une richesse totale d'au moins 10 milliards de tonnes. En général, la houille paléozoïque est d'une pureté médiocre; il est vrai qu'elle ne subit actuellement aucun triage; cependant je n'estime pas qu'en moyenne sa teneur en cendres doive descendre notablement au-dessous de 10 p. 100. Les menus peuvent être presque partout transformés en coke. Les régions occidentales les plus

(*) M. Duclos a signalé la houille de Mi-Leu dans le Compte Rendu de la Mission Lyonnaise, en rappelant que, d'après M. Rocher, on trouverait au Yun-Nan du charbon un peu partout. Le même Compte-Rendu contient sur quelques-uns des gisements de houille du Se-Tchouan des renseignements utiles à rapprocher des indications du présent mémoire.

Digitized by Google

rapprochées des anciens rivages paraissent seules susceptibles de fournir des combustibles plus purs.

La région que je considère comme la plus favorable au début de l'exploitation est précisément celle de Yun-Nan-Sen. Les affleurements y sont rares et peu connus : ils appartiennent aux horizons supérieurs du permien moyen. Mais il est probable que les niveaux inférieurs du calcaire à Productus y sont houillers, comme on le constate encore vers l'Est, et ils peuvent contenir un combustible de qualité supérieure. On serait fixé sur son existence par des sondages qui l'atteindraient à des profondeurs inférieures peut-être à 200 mètres, mais très probablement à 400 mètres.

Comme on l'a vu, les couches ne présentent nulle part aucune trace de refoulement, et les affleurements se prolongent partout avec une puissance uniforme sur de grandes longueurs. Les terrains aquifères sont extrêmement rares. Les eaux d'infiltration superficielle glissent sur les niveaux schisteux, ou se réunissent dans les canaux souterrains des calcaires.

Le grisou est connu dans les mines chinoises. Leur développement est en général arrêté par le manque d'air, que les exploitants savent combattre par des ventilateurs à bras, naturellement assez rudimentaires.

En ce qui concerne la houille mésozoïque, l'extension et la continuité de l'horizon rhétien dépassent toute comparaison avec les gisements d'Europe. Les couches, souvent voisines de la surface du sol sur de grandes étendues, ne dépassent pas, en général, une épaisseur moyenne. Les grandes épaisseurs de Hon-Gay sont dues visiblement à une succession locale d'ondulations paral-

(*) Jusqu'à plus ample informé, il semble que les dégagements de gaz utilisés au Se-Tchouan pour l'évaporation du sel peuvent provenir simplement du terrain houiller sous-jacent.

Digitized by Google

lèles à la flexure qui forme la côte du Tonkin. Comme l'indique la carte, on peut distinguer trois régions mésozoïques actuellement séparées par des surfaces d'érosion, dans lesquelles se rencontrent les affleurements de houille paléozoïque.

Le lambeau de Mong-Tze et Hing-Gni, bordant la frontière du Tonkin, s'étend sur environ 50.000 kilomètres carrés. On doit rester au-dessous de la réalité en évaluant l'épaisseur moyenne de la houille à $0^m,20$, et on obtient ainsi une ressource totale de 10 milliards de tonnes.

Les lambeaux de Ma-Chang et de Houei-Li, moins étendus, mais appartenant à des synclinaux plus accentués, sont beaucoup plus riches sur la verticale. On peut, en suivant la même proportion, évaluer leur disponibilité à 3 ou 4 milliards de tonnes.

Le lambeau de Kouei-Yang est d'une étendue très supérieure; mais il s'appauvrit vers l'Est. Il est, par contre, très riche vers le Nord-Ouest. En réduisant la surface productive à 50.000 kilomètres carrés, on peut encore évaluer ses disponibilités à 6 ou 7 milliards de tonnes.

La houille rhétienne est d'une nature toute différente de celle de la houille paléozoïque. Elle est, en général, d'une pureté très supérieure. La teneur moyenne en cendres des régions voisines des anciens rivages ne dépasse pas 5 à 6 p. 100. La teneur en matières volatiles atteint et dépasse même 35 p. 100. Les charbons y sont presque toujours flambants, et donnent un coke léger. La houille rhétienne retient plus d'eau que la houille paléozoïque; elle s'altère aux affleurements en se fendillant; mais la dureté des fragments, très favorable au triage, est un caractère physique des plus constants. Il se maintient à l'Est du Kouei-Tcheou, malgré la disparition des matières volatiles, qui laisse un combustible maigre, très analogue à celui de Hon-Gay.

Les terrains rhétiens ne sont presque jamais aquifères.

Digitized by Google

Sur certains points, la houille est assez chargée de pyrite, et les cendres, peu abondantes, sont souvent ferreuses.

La région la plus favorable à l'exploitation de la houille rhétienne est évidemment la bordure occidentale du lambeau de Mong-Tze. La partie méridionale de ce lambeau pourrait entrer en relations directes avec le Tonkin.

La houille tertiaire de Yen-Bay a été l'objet de quelques tentatives d'exploitations. Elle semble souvent plus riche en matières volatiles que la houille rhétienne ; mais sa teneur en cendres parait aussi être très élevée. Le peu d'étendue et de régularité du gisement ne permettent pas de le faire entrer en compte dans l'évaluation d'ensemble qui précède, qui se résume en une ressource totale d'environ 30 milliards de tonnes.

II. **Minerais de fer.** — Dans un pays aussi filonien que le Yun-Nan, les affleurements hématisés sont naturellement très fréquents. Ils sont exploités dans les régions qui renferment encore des forêts, pour la fabrication du fer au charbon de bois, et pour celle de l'acier par cémentation au creuset.

Au Nord-Est du Kouei-Tcheou, les nodules caractéristiques de l'infralias sont aussi la base d'une métallurgie locale.

Enfin, des quantités considérables de gros rognons de fer carbonaté existent encore dans certains niveaux houillers inférieurs du calcaire à Productus (Lou-Pou).

Ces divers gisements ne paraissent pas devoir contribuer notablement au développement minier de la province, si on en excepte les filons d'hématite des environs de Mi-Tsao, qui, par leur extension et leur voisinage de Yun-Nan-Sen, peuvent être appelés à un réel avenir.

Les plus grandes ressources en minerai de fer se trouvent dans les terrains anciens du Tonkin, et particulièrement dans le gisement de Trinh-Thuong. Le minerai

Digitized by Google

pourra descendre le fleuve Rouge, ou remonter au Yun-Nan par le futur chemin de fer, si, comme il est possible, les conditions climatériques engagent la sidérurgie à s'établir dans une position intermédiaire entre les mines de fer et les gisements houillers.

III. **Gîtes d'étain.** — Les mines et fonderies d'étain de la région de Ko-Tiou sont actuellement l'ensemble industriel le plus important du Yun-Nan. Elles s'étendent, comme on l'a vu, à des altitudes de 2.200 à 2.700 mètres dans les montagnes comprises entre Mong-Tze, Lin-Ngan et le Fleuve Rouge. Leur production paraît avoir atteint son maximum et s'élève à environ 3.000 tonnes d'étain brut obtenues par une population d'environ 30.000 individus, des provenances les plus diverses. Les gisements ne sont nullement alluvionnels : leur origine filonienne est des plus évidentes (*). La cassitérite est toujours englobée dans une argile rougeâtre, contenue tantôt dans les cassures du calcaire, tantôt dans des amas voisins de ces cassures. Ce minerai provient sûrement de la transformation des parties supérieures d'anciens filons. A mesure que l'exploitation s'approfondit, les métaux étrangers apparaissent et finissent ensuite par dominer, d'abord sous la forme d'oxydes, puis sous celle de sulfures.

La richesse de la région en étain peut être rattachée à l'existence de la pegmatite à tourmaline, qui est injectée à travers les formations sédimentaires jusqu'au trias inférieur. Le prolongement Sud de l'anticlinal de Toung-Tchouan doit probablement à ce soubassement éruptif la résistance à l'érosion qui se manifeste jusqu'au bord du fleuve Rouge.

Il est cependant à signaler que, même dans les gisements de cuivre intercalés au milieu de la porphyrite,

(*) Le Compte Rendu de la Mission Lyonnaise indique le minerai d'étain comme situé dans une granulite. Cette erreur provient des difficultés qui ont entravé les études de M. Duclos.

Digitized by Google

l'analyse du minerai dénote encore la présence d'une quantité notable d'étain. Les deux métaux ne sont donc pas séparés d'une manière absolue.

Les ressources stannifères de Ko-Tiou se prêtent mal à une estimation d'ensemble. On sait que les gisements de ce genre sont sujets à s'épuiser d'une manière brusque, et les données nécessaires pour les définir en profondeur sont beaucoup plus difficiles à établir que dans les dépôts alluvionnels. Le prix assez élevé du charbon de bois employé à la réduction dans de petits fours à cuve n'entrave pas actuellement la production. Celle-ci n'est restreinte que par la faiblesse des quantités d'eau disponibles pour le lavage. Cette opération s'effectue par des moyens rudimentaires ; mais la nature du minerai et la main-d'œuvre chinoise permettent cependant de pousser l'extraction de l'étain jusqu'à ses dernières limites. Je n'en ai rencontré aucune trace notable dans les résidus.

Depuis quelques années, le métal brut devient de plus en plus cuivreux, plombeux et arsenical. Il est tout entier envoyé à Hong-Kong en traversant le Tonkin. Les commerçants de cette colonie se sont réservé toute la production en échange de leurs importations. Il leur est ainsi possible d'attribuer à l'étain, sur le marché de Mong-Tze, un prix supérieur à sa valeur intrinsèque.

Dans ces conditions, il n'y a pas lieu de considérer l'activité actuelle des mines d'étain comme un indice certain de la valeur d'ensemble des gisements. Il est, au contraire, probable que ceux-ci atteindront une période d'épuisement rapide. En tout cas leur importance s'atténuera dès que le Yun-Nan possédera d'autres articles d'exportation, ou dès que la construction du chemin de fer apportera en salaires la monnaie d'échange qui fait actuellement défaut (*).

(*) Voir aux annexes (p. 189) le règlement de la Régie Impériale, fixant les conditions de vente de l'étain.

Digitized by Google

IV. **Gisements de cuivre.** — L'exploitation des gisements de cuivre du Yun-Nan et du Se-Tchouan méridional, représentés aussi au Tonkin et en Annam, date historiquement de plus de mille ans et remonte probablement à une antiquité encore plus lointaine. La Régie Impériale, chargée de la fabrication du métal, a été organisée au milieu du XVIIe siècle. Sous ce régime, une statistique de la production probable des diverses mines, en vue du budget annuel de la province, a été dressée par le Gouvernement, et se trouvait jusqu'à ces derniers temps dans la librairie, à Yun-Nan-Sen. Ce curieux tableau peut être un document précieux pour la conduite des recherches futures; mais il est sans valeur pour l'appréciation des ressources réalisables. Il n'établit aucune distinction entre les gisements productifs et ceux qui restent depuis longtemps inexploités.

Les renseignements publiés, d'autre part, sur la richesse cuprifère du Yun-Nan sont déjà très nombreux. Il faut tout d'abord citer les ouvrages de M. Rocher et le *Compte Rendu de la Mission Lyonnaise*. Beaucoup d'articles ont été aussi rédigés par des missionnaires et des explorateurs dans les journaux d'Extrême-Orient et dans les publications coloniales. A l'inverse de ce qui s'est passé pour les gisements de houille, on n'a jamais sérieusement contesté l'importance des gisements de cuivre. Ils ont été l'objet de compétitions actives, dans lesquelles les Japonais ont précédé les Européens.

Entre autres difficultés, l'exagération de la valeur que les Chinois attribuent aux richesses minérales de leur pays a fait obstacle aux tentatives d'exploitation. Le cuivre du Yun-Nan est encore actuellement le seul métal monnayé dans tout l'Empire. Son cours correspond à peu près rigoureusement à son poids. L'exportation des sapèques, qui tend à se produire dans les périodes de hausse du métal à l'étranger, cause un trouble réel dans

Digitized by Google

toute l'étendue du pays. Il est certain que l'application aux mines de cuivre d'une concentration commercial semblable à celle des mines d'étain de Mong-Tze pourrait inspirer des inquiétudes au Gouvernement Impérial.

La production totale obtenue par réduction au charbon de bois était annuellement, au XVIIe siècle, d'au moins 6.000 tonnes. Elle atteint encore 1.000 à 1.500 tonnes. La diminution tient non pas à l'appauvrissement des gîtes, mais à la disparition des forêts. La rareté du combustible ne permet plus d'exploiter que les minerais d'une richesse exceptionnelle et les mieux placés au point de vue des transports.

Comme dans tous les pays cuprifères, ces minerais sont d'une composition très variée.

La phillipsite, la cantonite, et plus rarement la pyrite cuivreuse, se rencontrent en filons dans les schistes carboniférien et sont actuellement à peu près délaissées.

Les nappes barytiques de cuprite et de cuivre natif intercalées dans la porphyrite sont très estimées, mais l'absence d'explosifs les rend souvent inexploitables. Des grès imprégnés de carbonate se rencontrent aussi dans le trias.

Le principal minerai consiste dans le calcaire triasique imprégné en masse par diffusion des filons et transformé en carbonate renfermant seulement des traces de pyrite (*). Les principaux centres d'extraction sont d'abord le district de Toung-Tchouan, qui a été décrit précédemment. Les mines situées au Se-Tchouan, près du Fleuve Bleu, lui sont rattachées. En second lieu, le district de Oui-Si, près de Li-Kiang, possède une importance analogue. En troisième lieu, la circonscription de Ouei-Ning, au Kouei-Tcheou, produisant surtout du zinc et du plomb,

(*) Les traces filoniennes se réduisent à des concrétions zonées qui suivent la fissuration naturelle du calcaire.

Digitized by Google

dépend directement du mandarin supérieur des mines de Yun-Nan-Sen.

Les usines n'acceptent plus maintenant que les minerais capables de former un lit de fusion d'une teneur de 20 à 30 p. 100, ce dernier chiffre étant le plus fréquent. Cet enrichissement ne peut être obtenu que par un triage à la main, qui est fait avec beaucoup d'habileté sur le carreau de la mine. Ces minerais, dont l'imprégnation n'atteint pas 15 p. 100, restent naturellement sur place et forment des amas considérables. Des dépôts d'anciennes scories doivent encore exister sur les anciens centres métallurgiques. Elles contenaient autrefois 3 p. 100 de cuivre. L'addition de minerai pyriteux permet maintenant d'obtenir des teneurs négligeables.

Cet ensemble de faits montre d'une manière évidente que la province du Yun-Nan renferme encore des réserves extrêmement considérables de minerais cuprifères, principalement dans les parties qui sont restées inaccessibles à l'exploitation ancienne. L'état actuel des travaux ne permet que des conclusions d'ensemble, et une étude spéciale de chaque gisement serait encore nécessaire pour fixer sa valeur individuelle.

V. **Minerais de plomb.** — Les filons plombeux sont beaucoup moins nombreux que ceux de cuivre (*). Ils ne sont très développés que dans quelques localités, notamment auprès de Ko-Tiou et de Ouei-Ning. Près de cette ville, une mine et une usine en pleine activité ont été visitées par M. Duclos. La fabrication est très ancienne et n'utilise toujours que les parties superficielles carbonatées, ce qui peut permettre d'apprécier l'importance de l'épanchement métallifère. Auprès de Ko-Tiou, le filon de Long-Teou-Tchai était certainement puissant et très régulier.

(*) Ils paraissent notablement plus récents.

Digitized by Google

La métallurgie du plomb est restée active dans cette région jusqu'à la baisse de l'argent. Ce métal était extrait par coupellation, et les litharges étaient souvent rejetées. Il est clair que beaucoup de résidus accumulés par ce système seraient encore accessibles à la métallurgie européenne. La production annuelle est d'environ 3.000 tonnes.

VI. **Gisements de zinc.** — Des gîtes calaminaires sont encore exploités superficiellement auprès de Kiu-Tsing et de Ouei-Ning. Les procédés de distillation sont extrêmement imparfaits, et c'est surtout en ce qui concerne le zinc que l'exploitation chinoise a dû de temps immémorial dédaigner beaucoup de minerais, qui peuvent être utilisés par les procédés modernes. L'existence d'usines chinoises est une preuve certaine de l'importance des gisements. La production annuelle est d'environ 2.500 tonnes.

VII. **Minerais de mercure.** — Je n'ose étendre aux gisements de cinabre disséminés sur presque la moitié de la province du Kouei-Tcheou la même appréciation favorable au point de vue des ressources minérales encore disponibles. Sans doute les parties profondes n'ont pas été atteintes par les mineurs chinois, mais il est fort possible que leur activité se soit exercée sur des minerais d'une richesse inférieure à celle qui peut être actuellement rémunératrice (*). Les procédés anciens d'extraction, précédés d'un triage à la main des plus minutieux, pouvaient s'appliquer aux minerais les plus pauvres. De temps immémorial, le mercure a été sous toutes ses formes un métal extrêmement recherché en Asie. Le vermillon est employé partout comme fard, très fréquemment comme vermifuge

(*) Voir la notice de M. Riault sur les mines de Pe-Ma-Tong, dans le Compte Rendu de la Mission Lyonnaise.

Digitized by Google

dans la médecine, qui en consomme réellement de très grandes quantités. C'est la principale couleur rouge si souvent usitée dans la décoration et dans la fabrication du papier peint, d'un usage très répandu. La production ancienne du Kouei-Tcheou était d'environ 1.000 tonnes, qui sont maintenant remplacées par une importation égale. Si les gisements étaient riches, comme ils sont extrêmement nombreux, il est probable que l'exploitation aurait été reprise sur divers points après l'arrêt causé par la révolte musulmane. Sans doute la question mérite encore des recherches; mais le cas est différent de celui des minerais de cuivre, et, pour le moment, les travaux anciens ne me permettent pas de conclure formellement à l'existence de minerais de mercure encore accessibles à l'exploitation moderne.

VIII. **Minerais d'or.** — Les mines d'or sont extrêmement nombreuses dans la zone de plissements Nord-Sud, où, comme on l'a vu, des mouvements importants se sont, à l'époque miocène, superposés aux dislocations antérieures. Les gisements notés sur la statistique chinoise descendent vers le Sud jusqu'au Laos, où ils ont été l'objet d'une étude approfondie par M. Marc Bel (*). Les filons quartzeux n'ont jamais été qu'effleurés par l'exploitation indigène. Le seul centre d'extraction actuel est la mine de Ta-Lan, près de Se-Mao. Il n'a pas été possible de la comprendre dans l'étude qui précède; mais les renseignements recueillis ne laissent aucun doute sur la richesse aurifère de la bordure orientale du Thibet et de la Birmanie.

Cette appréciation se trouve confirmée par la nature des terrasses de conglomérat moderne qui se rencontrent sur une centaine de kilomètres en aval de Ta-Li, où le

(*) La direction des filons riches parait être perpendiculaire à celle du Fleuve Rouge.

Digitized by Google

Fleuve Bleu prend le nom de Kin-Cha-Kiang. Le cube de ces conglomérats est très considérable, leur épaisseur atteignant parfois 100 mètres. Une étude détaillée serait évidemment nécessaire pour apprécier définitivement leur valeur. Le nombre des orpailleurs échelonnés sur le cours du fleuve est d'environ 500. Pendant la saison sèche, ils traitent les sédiments provenant du remaniement immédiat des berges. Pendant la saison des pluies, leur industrie se transporte sur la partie supérieure des terrasses, au niveau des rizières. Par leurs procédés rudimentaires, ils produisent en moyenne de 1 à 2 décigrammes d'or par jour.

IX. **Mines de sel.** — Les niveaux salifères couvrent encore une grande surface dans le synclinal de Ma-Chang. Leur richesse paraît restreinte, peut-être par l'effet d'un épuisement local. Les sources salées superficielles ou les niveaux naturels atteints par des puits nombreux et rapprochés ne donnent qu'un débit très médiocre, sauf à Pe-Ien-Tsin, qui doit se trouver sur l'ancien thalweg du synclinal. Il est probable que des exploitations disposant de moyens d'épuisement et d'évaporation moins rudimentaires pourraient être installées dans des conditions plus favorables, et trouveraient encore des réserves suffisantes dans les parties les plus basses du terrain permien supérieur, qui a été protégé par une épaisseur très notable de sédiments mésozoïques.

X. **Minerais divers.** — Il convient encore de signaler les gisements de bioxyde de manganèse cobaltifère, exploités surtout au Nord de Toung-Tchouan. Ils fournissent depuis longtemps la célèbre couleur bleue des porcelaines du Kiang-Si. Son éclat s'explique peut-être par l'absence du cuivre dans le minerai, qui est souvent d'une richesse exceptionnelle en cobalt.

Digitized by Google

Les filons de réalgar sont aussi très développés au Sud de Ta-Li. La production actuelle, d'une centaine de tonnes de minerai pur, pourrait être considérablement augmentée.

Enfin, la région de Mong-Tze renferme des filons d'antimoine inexploités. On en rencontre à Ho-Tche-Ti, près du tracé du futur chemin de fer.

CHAPITRE II.

POPULATION MINIÈRE.

En réunissant tous les habitants qui s'adonnent encore actuellement aux diverses formes de l'industrie minière, on arrive facilement à un total d'environ 100.000 individus possédant une expérience professionnelle héréditaire. L'exploitation par les procédés modernes trouverait donc dans la région le personnel ouvrier qu'il est si difficile d'amener et de retenir dans les pays nouveaux. Au sujet de l'organisation familiale et corporative de ce personnel, je ne puis que renvoyer à la note déjà insérée dans les *Annales des Mines* (*).

La population minière était au moins double avant la révolte musulmane. Elle pourrait s'accroître par accession de nouveaux individus aux groupements qui subsistent encore; mais son homogénéité ne pourra s'établir que par une transformation de longue durée. L'ouvrage classique de M. Rocher expose en détail comment l'antagonisme entre mineurs musulmans et chinois a été l'origine de la grande révolte du Yun-Nan, qui s'est ensuite étendue aux indigènes du Kouei-Tcheou.

Quelques explications paraissent nécessaires en présence

(*) Note reproduite à la fin du présent mémoire.

Digitized by Google

de la multiplicité des dénominations appliquées aux diverses races indigènes au milieu desquelles la race chinoise ne constitue qu'une faible minorité.

Venant à la suite d'invasions plus anciennes, dont la dernière, c'est-à-dire celle des Turco-Mongols, désignés sous le nom de Lolos, remonte aux premiers siècles de notre ère, la conquête chinoise a laissé subsister toutes les races antérieures. Celles-ci se sont conservées avec une exceptionnelle intégrité sous le régime de l'organisation communale et familiale. Les Lolos, par exemple, sont encore divisés en dix-neuf castes qui ne se marient pas entre elles et dont les noms spéciaux introduisent une grande complexité dans les relations de voyage.

La race aborigène des I-Jen reste encore isolée au Sud-Ouest du Yun-Nan. Avant l'arrivée des Lolos, elle avait déjà subi, par ordre d'ancienneté probable, l'invasion des Meos, ou Miao-Tze véritables, d'origine indoue, et celle des Thais et des Long-Jen, venant du Kiang-Si par le Kouei-Tcheou.

Dans cette province, l'ascension de la race malaise vers le Nord a laissé des traces évidentes parmi les populations Long-Jen. Leur langue a des affinités telles avec le siamois que la connaissance de cette langue a permis au premier évêque du Kouei-Tcheou d'entrer très rapidement en communication avec les indigènes établis au Sud de Kouei-Yan-Sen.

Les Miao-Tze, venus de l'Ouest, occupent encore sans mélange de grands territoires sur la frontière orientale du Kouei-Tcheou, du Kouang-Si et du Hou-Nan.

Le Yun-Nan représente donc le nœud commun d'un grand nombre de migrations. La colonisation chinoise s'est établie, au milieu de ces populations divisées, beaucoup plus par l'organisation administrative que par la conquête. Elle a d'abord implanté, surtout au Yun-Nan, des groupes d'anciens soldats musulmans, qui ont précédé

Digitized by Google

l'immigration chinoise actuelle, provenant principalement du Se-Tchouan.

Ces populations variées possèdent toutes une civilisation antérieure à la pénétration chinoise. Elle a surtout été apportée de l'Inde par les Méos, dont la supériorité dans les arts mécaniques est incontestable.

Au point de vue de la production minière, les races du Yun-Nan et du Kouei-Tcheou sont très supérieures aux Annamites. Les musulmans sont peut-être les plus expérimentés, mais les Long-Jen atteignent aussi un rendement individuel qui peut être la moitié de celui d'un ouvrier européen. J'en ai vu la preuve dans les travaux de terrassement qu'ils exécutaient à Lao-Kay au moment de mon passage.

Ce sont eux qui constituent la majorité de la population minière. Les Lolos en font aussi partie, mais ils s'adonnent plutôt aux travaux agricoles et ne se déplacent guère que par familles entières.

Quant aux immigrés chinois, ils con-viennent surtout comme surveillants, dessinateurs ou comptables. Leurs capacités à cet égard sont largement utilisées dans les établissements européens d'Extrême-Orient.

L'isolement des races s'établit d'ailleurs naturellement. L'horreur du porc oblige les musulmans à vivre à part, et les Lolos n'acceptent pas les dépôts d'engrais naturel qui accompagnent toujours les habitations chinoises.

L'exploitation moderne devra d'abord respecter des divisions aussi anciennes. Sous cette réserve, aucune race n'est réellement hostile aux étrangers. L'état d'esprit des mineurs de Ko-Tiou est surtout la conséquence d'un certain nombre de malentendus qui sont la suite des premières compétitions européennes.

Digitized by Google

CHAPITRE III.

ÉTABLISSEMENT DES EXPLOITATIONS MINIÈRES.

Les exploitations actuelles ne peuvent évidemment fournir aucun trafic notable au prolongement des voies ferrées de l'Indo-Chine. L'organisation de nouvelles entreprises minières exige l'apport des capitaux étrangers. C'est ce qui a été prévu par la convention du 12 juin 1897, stipulant que, « *dans les trois provinces du Kouang-Tong,* « *du Kouang-Si et du Yun-Nan, le Gouvernement fera* « *appel, pour les mines à exploiter, à l'aide d'ingénieurs* « *et d'industriels français* ».

Cet appel n'a été réalisé jusqu'à ce jour que par un règlement du 19 octobre 1898, dont il semble impossible de donner une idée précise sans le reproduire intégralement.

RÈGLEMENT COMMUN AUX AFFAIRES DES MINES ET AUX CHEMINS DE FER

EN VINGT-DEUX ARTICLES, ÉTABLI APRÈS PRÉSENTATION AU TRÔNE D'UN RAPPORT DE L'ADMINISTRATION GÉNÉRALE DES AFFAIRES DE MINES ET DES CHEMINS DE FER.

1° Les mines et les chemins de fer sont répartis entre trois modes d'exploitation :

Exploitation par des fonctionnaires;

Exploitation par des commerçants;

Et exploitation en commun par des fonctionnaires et des commerçants.

Toutefois, rien n'est préférable à l'exploitation par des commerçants.

A l'exception des entreprises déjà commencées avant la créa-

Digitized by Google

tion de l'Administration générale, la pensée dominante sera désormais d'avoir le plus grand nombre possible d'exploitations par des commerçants. Les autorités prendront des mesures pour les y faire affluer et les protégeront de toutes leurs forces, mais toujours sans qu'il leur soit permis de s'immiscer dans les pouvoirs des compagnies;

2° L'Administration générale a obtenu, par un rapport au Trône, que toutes affaires non réalisées concernant des projets d'exploitations, soit officielles, soit commerciales, antérieures à la réception du décret impérial portant création de l'Administration, devraient être déclarées et qu'on devrait attendre qu'elles soient, suivant le cas, autorisées ou repoussées. On ne pourra les considérer comme acquises définitivement.

Toutes les mines ou voies ferrées mises en exploitation dans les différentes provinces après la fondation de l'Administration, qu'il s'agisse de fonctionnaires ou de commerçants, de Chinois ou d'étrangers, devront se conformer au règlement établi après présentation au Trône du rapport de notre Administration générale.

Les demandes qui seraient faites en application de règlements de mines ou de chemins de fer, dans telle ou telle province, antérieures à la création de l'Administration ne seraient pas autorisées;

3° Les affaires de mines ou de voies ferrées dans les trois régions de la Mandchourie, du Chan-Tong et de Long-Tcheou étant liées à des questions internationales, il ne sera pas possible désormais de les invoquer comme précédents, tant pour les parts de capitaux chinoises que pour les étrangères;

4° Mines et chemins de fer sont foncièrement deux sortes d'entreprises. Il est permis de les traiter séparément et non simultanément. Tous règlements de compagnies de chemins de fer pour l'ouverture de mines sur leur parcours ne pourront être invoqués à l'appui de demandes d'exploitation. En ce qui concerne les tronçons de voies ferrées de montagne minières dont la construction est autorisée jusqu'à un débouché sur un cours d'eau pour le transport des produits des mines, il n'est de même permis de les construire que jusqu'au débouché du cours d'eau le plus voisin, et il ne leur est, de plus, pas permis de transporter des voyageurs ou des marchandises ni d'empiéter d'une façon voilée sur les avantages réservés aux voies ferrées. Il sera nécessaire, en outre, de faire dresser d'avance le plan des localités où devront être construits des tronçons de voies ferrées pour les

Digitized by Google

transports miniers et d'en rendre compte à notre Administration générale, qui examinera;

5° Tous ceux qui recevront l'entreprise de mines ou de voies ferrées devront créer des écoles, lieux où seront formés des sujets expérimentés. Déjà un rapport a été nettement présenté au Trône à ce sujet, en vue d'une application générale, et il devra naturellement y être donné suite d'une manière uniforme;

6° Lorsque des notables ou des commerçants dans les provinces présenteront aux autorités locales de ces provinces des demandes pour entreprendre des affaires de mines ou de voies ferrées, les autorités locales rechercheront d'abord si les personnes dont il s'agit sont honorables et sûres, si leurs familles possèdent des biens réels, et si leurs demandes d'entreprise n'ont rien de contraire au règlement établi après présentation au Trône, et, dans ce cas, elles adresseront une lettre officielle à l'Administration générale pour l'informer et pour que celle-ci prenne une décision, après examen. Elles ne pourront donner à leur gré l'autorisation par apostille.

Lorsque des demandes seront présentées à l'Administration générale, celle-ci ne manquera pas, d'autre part, de demander par lettre officielle aux autorités locales du pays d'origine des notables concernés de faire une enquête; s'il n'existe sûrement aucun doute à leur égard, l'autorisation sera donnée ensuite. La fraude et l'intrigue pourront être ainsi empêchées;

7° Lorsqu'une Compagnie de mines ou de chemins de fer aura reconnu et fixé les terrains par lesquels elle devra dans telle ou telle localité forcément passer, les autorités locales devront tout d'abord porter le fait à la connaissance de tous, par voie de proclamations, et il ne sera pas permis de s'y opposer de parti pris ou d'en faire fi. Quant aux terrains achetés par la Compagnie, s'il arrive qu'il s'y trouve des habitations ou des sépultures, on devra absolument trouver le moyen de les contourner, conformément aux sentiments de la population et en vue d'éviter des querelles. On ne pourra user ni de violence, ni de contrainte;

8° Lorsque l'autorisation de l'Administration générale aura été reçue pour l'exploitation des mines ou de chemins de fer, on ne pourra, au maximum, dépasser un laps de temps de six mois à partir du jour de l'autorisation par apostille, qu'il s'agisse de parts de capitaux chinoises ou étrangères. Dès que la permission aura été donnée de commencer les travaux, si l'on s'attarde et si l'on ne fait pas connaître par un rapport la date de l'inauguration conforme des travaux, la procédure d'autorisation sera

Digitized by Google

annulée. S'il existe réellement une raison de fait, en dehors de toute prévision, le cas ne rentrera pas dans cette règle; il sera nécessaire d'ailleurs d'en donner avis par avance;

9° En réunissant les fonds, la pensée dominante sera d'obtenir le plus possible de parts chinoises. Quelle que soit la façon dont l'entreprise sera lancée, on estimera en bloc la somme qui devra être employée pour le travail total, et il sera absolument nécessaire qu'il y ait d'abord, comme base d'opérations, trois dixièmes représentés par la mise personnelle et les parts chinoises déjà recueillies. Ce n'est qu'alors qu'il sera permis de faire appel aux parts étrangères, ou d'emprunter des fonds étrangers. S'il n'y avait aucune mise personnelle ni parts chinoises, et si l'on ne recueillait exclusivement que des parts étrangères ou des fonds étrangers prêtés, toute autorisation serait refusée;

10° Pour emprunter des fonds étrangers, il sera absolument nécessaire d'adresser par avance une requête à l'Administration générale, qui examinera, décidera et donnera un certificat constatant l'autorisation. Ce n'est qu'alors que le commerçant aura le pouvoir de faire une entente pour l'emprunt. On déclarera aussi que l'emprunt est contracté par des commerçants et que le Gouvernement chinois n'en est aucunement responsable. Si le certificat d'autorisation n'est pas obtenu, et si un accord se fait privément avec des commerçants étrangers pour un emprunt, l'Administration générale ne considérera aucunement celui-ci comme valide, même sur la déclaration qu'il a été déjà signé;

11° Après qu'un projet de contrat aura été dressé par une Compagnie pour l'emprunt de fonds étrangers, il devra être envoyé d'abord à l'Administration générale, qui l'examinera. S'il ne concorde pas avec le règlement établi après présentation au Trône par l'Administration générale, ce projet de contrat ne pourra pas être considéré comme valide, et ordre devra être donné de faire une nouvelle entente.

Si les parties ne peuvent se mettre définitivement d'accord au cours des nouveaux pourparlers, il sera possible de s'adresser à des commerçants d'une autre nationalité.

Si des commerçants étrangers consentent privément des prêts, ils ne pourront, au cas où il en résulterait pour eux des pertes, s'adresser au Tsong-Li-Yamen ni à l'Administration pour accuser et réclamer le remboursement;

12° Lorsqu'on constituera une Compagnie, si celle-ci est autorisée à emprunter des fonds étrangers, il faudra, conformément à la règle établie, que notre Administration générale en avise

Digitized by Google

par lettre officielle le Tsong-Li-Yamen, qui adressera une dépêche au Ministre de la nation intéressée résidant à Pékin, et ce n'est qu'après que celui-ci aura répondu officiellement que la décision sera acquise.

Pour les marchands étrangers désireux de prêter des fonds à ladite Compagnie, il sera de même nécessaire d'en rendre compte au Ministre de leur nation résidant à Pékin, pour que celui-ci adresse une dépêche au Tsong-Li-Yamen, qui, par lettre officielle, demandera à notre Administration générale si elle a autorisé la Compagnie à contracter un emprunt étranger, et ce n'est qu'après que la dépêche en réponse aura été envoyée que l'opération pourra être considérée comme valide. Dans le cas contraire, elle serait traitée comme emprunt privé (non autorisé);

13° Dans toute exploitation de mines ou de chemins de fer, sans se préoccuper des parts étrangères ou des fonds étrangers, tout pouvoir d'administration devra appartenir aux commerçants chinois, afin de maintenir notre souveraineté. Toutefois, tous les comptes de la Compagnie devront pouvoir être examinés par les commerçants étrangers actionnaires en témoignage de justice;

14° Lorsqu'une personne commençant une exploitation de mine de voie ferrée déclarera avoir réuni une certaine somme en capital et en action, elle devra d'abord présenter cette somme en argent et en faire constater la réalité afin d'empêcher la fraude;

15° Dans les localités des diverses provinces où se trouveront des mines ou des chemins de fer, des cas ne manqueront pas de se produire où appel sera fait à l'intervention des autorités locales. Si des faits tels que opposition et entraves de la part des propriétaires des terrains ou rassemblements formés par les ouvriers se présentent, dès que la Compagnie en aura donné avis aux autorités locales compétentes, celles-ci feront aussitôt des proclamations convenables et maintiendront l'ordre sans qu'il leur soit permis de se dérober. Elles devront, de plus, interdire aux agents de *yamens* de commettre des actes d'extorsion. Si elles ne protègent pas d'une façon efficace, il sera permis à la Compagnie d'adresser des plaintes à l'Administration générale pour que celle-ci adresse au Trône des dénonciations après vérification des faits;

16° Toute querelle d'intérêt entre les Compagnies ou telles autres affaires qui nuiraient aux droits d'une Compagnie devront être jugées d'une façon équitable par les autorités locales résidant à proximité, afin d'éviter de part et d'autre des préjudices.

Digitized by Google

Si le jugement rendu n'était pas juste, il serait permis d'adresser une requête pour que l'Administration générale examinât minutieusement le cas et le réglât en témoignage de la protection due.

S'il s'agit de disputes entre commerçants chinois et étrangers, les deux parties devront l'une et l'autre s'adresser à des arbitres qui discuteront l'affaire et la jugeront. S'il arrive que véritablement on ne se soumette pas à la sentence, il sera permis de s'adresser à d'autres personnes indépendantes de l'affaire, pour que celles-ci arrangent les choses suivant la justice. Il sera inutile que les gouvernements des deux pays y interviennent;

17° Lorsque les étrangers employés aux mines ou aux chemins de fer iront en différents lieux pour y faire des études ou des reconnaissances, les autorités locales devront être chargées de les protéger d'une façon efficace, et elles ne pourront se dérober à ce devoir. Si quelque accident arrive, les autorités locales concernées seront seules responsables;

18° Si des Chinois ayant reçu l'entreprise de mines ou de voies ferrées ont, de leurs seules ressources, un capital de 500.000 taëls ou plus, et s'il est reconnu que celui-ci a été véritablement apporté aux travaux, si l'exploitation a donné des résultats ou s'ils se sont activement employés pour encourager l'entreprise, et si les parts chinoises représentent véritablement la moitié, on devra demander pour eux des récompenses, conformément à la règle concernant les personnes qui encouragent les autres à contribuer pécuniairement en temps de calamités. Cette mesure aura pour but d'en augmenter le nombre;

19° Qu'il s'agisse d'une entreprise personnelle ou lancée par actions, il sera toujours permis d'en faire un avantage exclusif. Quant au nombre plus ou moins long d'années que devra durer ce privilège, il sera déterminé le moment venu, d'après l'importance du capital et les facilités du gain;

20° Dans les localités que traversera un chemin de fer, on devra établir des bureaux de douane pour la perception des droits, ainsi que des taxes frappant les produits miniers à la sortie du puits et des ports. L'Administration générale devra, de concert avec le Ministère des Finances, arrêter, à cet égard, un règlement spécial à appliquer après qu'il aura été soumis au Trône. Quant aux fonds de surplus qui reviendront au Trésor public, ils devront être de 4 dixièmes pour les chemins de fer et de 2 dixièmes et demi pour les mines, sommes qui seront mises part et versées au Ministère;

Digitized by Google

21° L'Administration générale devra avoir la faculté de faire venir pour les examiner à tout moment tous états ou situations des différentes Compagnies, ainsi que leurs comptes, etc..., ou envoyer des personnes en prendre connaissance sur place;

22° Tous les règlements détaillés en vigueur pour les mines ou chemins de fer en tous lieux devront être envoyés collectivement à l'Administration générale pour être examinés et arrêtés. Des tableaux seront dressés à part à l'Administration et envoyés séparément dans chaque province. L'état des choses relatif à la gestion de toutes les Compagnies pour les mines ou les chemins de fer y devra être porté à la fin de chaque année d'après le modèle et envoyé à l'Administration générale pour qu'elle l'examine.

Présenté au Trône et approuvé le 6e jour de la 10e lune de la 24e année de Kouang-si (19 novembre 1898).

Les progrès que la Chine doit encore accomplir pour atteindre son entier développement économique permettent de considérer ces dispositions comme transitoires. Cependant, il est de fait que, sous ce régime, un traité a été conclu pour l'exploitation des mines de toute la province du Se-Tchouan par M. Pritchard Morgan (P.-M.), et que la concession des mines de la partie la plus importante du Chan-Si a été remise au « Pekin Syndicate » avec autorisation d'un emprunt étranger de 10 millions de taëls. Toutes les mines créées devront être remises sans indemnité au Gouvernement chinois au bout de soixante ans (*).

CHAPITRE IV.

BASES ÉCONOMIQUES DE L'EXPLOITATION.

I. **Climat.** — Il est inutile d'insister sur l'importance économique des conditions climatériques. Au point de

(*) Convention du 21 mai 1898, publiée dans l'*Ost-Asiatische Lloyd* du 15 août de la même année. Voir aux annexes du présent mémoire (p. 191).

Digitized by Google

vue technique, il serait par exemple difficile d'aérer convenablement une mine grisouteuse avec l'atmosphère saturée d'humidité, à la température moyenne de 26° qu'on rencontre en Cochinchine.

Il existe naturellement des localités malsaines dans tous les pays du globe. Celui qui nous occupe en renferme nécessairement dans son étendue, qui est comparable à celle de la France. Mais, dans l'ensemble, les régions minières sont, en général, particulièrement favorisées, étant situées au-dessus des dépressions laissées par l'érosion. Leur climat est le meilleur de toute la Chine. Il est réellement supérieur à celui de la plupart des pays d'Europe.

Comme dans toute l'Asie orientale, l'année se compose de deux saisons, caractérisées par des courants aériens d'une direction stable, dont l'influence diffère complètement, suivant les régions.

Pendant la saison d'hiver, tandis que l'Océan Pacifique et l'Océan Indien sont balayés par la mousson du Nord-Est, le Yun-Nan reçoit un courant contraire supérieur, venant du Sud-Sud-Ouest, qui s'atténue pendant la nuit, mais prend une grande intensité depuis le lever jusqu'au coucher du soleil. La vitesse maximum est atteinte vers deux heures de l'après-midi. Les nuages sont rares et fugitifs. Cependant la pureté de l'atmosphère est souvent troublée par la chute d'une poussière jaunâtre extrêmement fine, qui pénètre partout et gêne notablement l'emploi des instruments topographiques, sans être d'ailleurs nuisible à la santé.

Venant du Sud, cette poussière est plus accentuée dans les régions méridionales; elle est encore très sensible à la hauteur de Yun-Nan-Sen. Elle ne semble avoir aucun rapport avec le transport de sable dans les déserts de la Chine septentrionale. Elle peut venir de la Birmanie et peut-être de l'Inde.

Digitized by Google

Il ne pleut pour ainsi dire jamais pendant tout l'hiver au Sud de Yun-Nan-Sen. Au-dessus de cette latitude, on reçoit, d'ailleurs assez rarement, quelques bourrasques venant du Nord, qui amènent des chutes de neige sur les hauteurs voisines du Fleuve Bleu. La vallée profonde de ce grand cours d'eau échappe à leur influence. A Ma-Chang, le ciel reste découvert pendant sept mois.

Le Kouei-Tcheou et la frontière du Tonkin, occupant des altitudes inférieures, ont, pendant l'hiver, un climat variable. Ces contrées appartiennent à une zone intermédiaire entre les courants supérieurs du Yun-Nan et ceux de la région côtière. Le ciel du Haut-Tonkin reste ainsi nuageux pendant tout l'hiver.

Pendant cette saison, la température des régions élevées reste modérée, avec des variations diurnes très régulières. Dans la partie centrale et orientale du Yun-Nan, elle est en moyenne de 15 à 20° pendant le jour, vers 1.500 mètres d'altitude. Cette moyenne s'élève notablement aux altitudes inférieures et diminue dans les régions hautes. Par exemple, à Yun-Nan-Sen, vers 2.000 mètres, les vents du Nord, dont la durée ne dépasse presque jamais trois jours, amènent parfois le matin jusqu'à quelques degrés au-dessus de zéro. A la hauteur de Toung-Tchouan, la neige apparaît de temps à autre sans se maintenir longtemps. Elle n'est stable que vers 2.500 mètres et dure parfois plusieurs semaines au-dessus de cette altitude. Le chauffage domestique est déjà utile à Yun-Nan-Sen. Les habitants portent des fourrures et font un usage constant de chaufferettes variées et de braseros. A Kouei-Yang-Sen, ville beaucoup plus exposée aux vents du Nord, on a observé des froids de 9° au-dessous de zéro. Le Léang-Chan, à 3.000 mètres au Nord du Fleuve Bleu, reste tout l'hiver sous la neige. Dans toute la contrée, la période la plus froide est le mois de février.

Les courants atmosphériques s'atténuent ensuite rapi-

Digitized by Google

dement, et la température s'élève progressivement jusqu'à la saison des pluies. Elle ne dépasse guère 30 à 32° aux environs de Mong-Tze, et 28° dans la région de Yun-Nan-Sen; mais elle s'accroît dans les altitudes inférieures. Elle atteint, par exemple, 40° à Ma-Chang, l'air restant toujours sec. A cette époque, le ravin du Fleuve Rouge et Lao-Kay subissent une température de 45°, et le refroidissement nocturne y est insignifiant.

L'été, saison des pluies, débute pendant une dizaine de jours par des orages. La température s'abaisse alors immédiatement au Yun-Nan, pendant que l'air se sature d'humidité. Le début de cette période est d'autant plus tardif qu'on s'avance davantage vers l'Est. On peut le placer au 25 mai au Kouang-Si, au 25 juin à Yun-Nan-Sen, et encore plus tard à Ta-Li.

Les pluies sont d'une violence et d'une continuité tropicales pendant deux ou trois semaines. Elles s'espacent ensuite progressivement. Pendant un mois ou six semaines dans les régions hautes, et plus longtemps dans les régions basses, la circulation sur les pistes chinoises est complètement arrêtée. Les moindres dépressions sont infranchissables, et les villes situées sur les plaines cultivables sont souvent bloquées. La culture du riz se poursuit avec la plus grande activité dans les rizières, étagées pour retenir les eaux. Les pluies cessent après une durée d'environ deux mois, la chute d'eau totale représentant à peu près 1 mètre. Une température modérée règne ensuite avec un ciel découvert sur presque toute la Chine méridionale.

Le climat des régions basses du Kouang-Si peut être assimilé à celui de Hanoï, qu'il est inutile de décrire. Il est plus sec en hiver, mais plus chaud en été.

Le régime sanitaire du pays résulte, suivant les saisons, de ces conditions climatériques.

L'altitude ne suffit pas à faire disparaître le paludisme,

Digitized by Google

créé surtout par la configuration du sol (*). On rencontre, par exemple, sur la bordure du Thibet, des localités très malsaines, à plus de 3.500 mètres d'altitude. Mais on ne contracte guère la fièvre au Yun-Nan que dans les endroits encaissés. Les accès graves y sont inconnus et ceux qu'on apporte du Tonkin s'atténuent rapidement.

La plupart des maladies qui abrègent la durée moyenne de l'existence chez les Asiatiques proviennent de violations graves des règles de l'hygiène privée ou publique. Les cadavres, longtemps conservés dans les maisons, sont ensuite presque toujours enterrés d'une manière insuffisante. Ceux des enfants sont parfois suspendus dans les arbres. Les affections les plus fréquentes sont la variole, la peste, qui réapparait chaque année à Mong-Tze, la lèpre et les ophtalmies. Le goitre est pour ainsi dire universel dans la majorité des populations de l'Est de Yun-Nan-Sen.

L'hygiène ordinaire des Européens suffit à les préser. ver des contagions.

Le danger le plus sérieux pour eux consiste dans la fièvre typhoïde, occasionnée sans doute par l'épandage universel des immondices. L'immunité conférée par les atteintes de cette maladie n'est pas durable, et les récidives occasionnent le plus grand nombre des décès parmi les étrangers. Il est vrai de dire qu'à cet égard leur hygiène est souvent inférieure à celle des Chinois, qui ne boivent absolument que de l'eau bouillie.

En somme, le climat du Yun-Nan est beaucoup moins anémiant que celui de l'Indo-Chine. La plaie annamite, fléau du Tonkin, se cicatrise facilement pendant l'hiver des régions hautes. Mais il est à signaler que l'acclimata-

(*) Les mesures d'hygiène qui se rapportent à la configuration du sol sont acceptées sous le couvert de la superstition du « Fong-Chouei », nom donné au génie protecteur de chaque localité.

Digitized by Google

tion prolongée dans ces régions semble rendre plus dangereuses les formes graves du paludisme, quand on descend dans les parties basses du Tonkin et de la Birmanie. Des précautions sont parfois nécessaires à cet égard. D'une manière générale, les Asiatiques résistent beaucoup moins que les Européens aux différences de climat. Comme l'usage de la quinine n'est pas encore répandu parmi eux, les individus isolés, surtout de race indigène, deviennent rapidement malades dès qu'ils sortent de leurs régions habituelles. En fait, les Yunanais redoutent par expérience de passer une seule nuit dans la vallée du Fleuve Rouge. Ils subissent des pertes énormes lorsqu'ils y descendent sans précautions pendant la saison chaude.

II. **Ressources agricoles.** — La grande variété des altitudes permet de rencontrer toutes les cultures, depuis la canne à sucre jusqu'au seigle.

Les parties cultivables sont non seulement les pentes irrigables, qui se rencontrent naturellement aussi au Tonkin, mais aussi les fonds lacustres, qui manquent dans les contrées basses. Les plus fertiles de ces plaines spéciales sont celles qui contiennent des éléments feldspathiques, comme, par exemple, à Ta-Li, à Houei-Li et auprès de la pegmatite de Mong-Tze. Viennent ensuite l'horizon dévonien, riche en phosphates, et les niveaux schisteux du calcaire à Productus.

Le permo-trias, souvent très perméable, convient surtout à la végétation herbacée et forestière.

Le faible rapport de la surface cultivée à l'étendue totale du pays surprend parfois le voyageur et peut être l'origine de diverses appréciations défavorables; mais l'impression se rectifie quand on tient compte du rendement des cultures et quand on cesse de parcourir les pistes ordinaires des caravanes. Presque tous les végétaux d'Europe peuvent prospérer pendant la saison d'hiver. Il

Digitized by Google

suffit qu'ils arrivent à maturité avant la saison des pluies, qui fait tout d'un coup succéder la flore tropicale à celle des régions tempérées.

L'opium, culture d'hiver, préférant surtout les altitudes intermédiaires (1.500 mètres) et les ciels un peu brumeux, donne aux terrains une plus-value considérable.

En été, la culture du riz est, comme on sait, la principale base de la vie chinoise : les régions qui lui conviennent sont les seules recherchées par l'immigration. Cette culture réussit jusqu'à 2.500 mètres à la latitude du Fleuve Bleu. Elle rend souvent 250 fois la semence dans la plaine de Ta-Li. Utilisant les plus petites surfaces irriguées, elle explique la densité de certaines agglomérations, et aussi la présence de hameaux dans les fonds lacustres les plus restreints et les plus isolés au milieu des pitons calcaires.

Dans les terrains insuffisamment irrigués, le riz est remplacé par le maïs, qui atteint un développement exceptionnel et peut aussi nourrir une population dense. Dans les régions très hautes, sur les croupes de porphyrite, on ne rencontre plus que le sarrasin, souvent vert et amer, qui suffit à des indigènes clairsemés.

La pomme de terre, importée récemment par les missionnaires, comme beaucoup d'autres végétaux, a été cultivée d'abord par les Lolos et commence à être appréciée d'une manière plus étendue. La vigne existe un peu partout à l'état sauvage ; les raisins qu'elle produit apparaissent à la fin de mai sur le marché de Yun-Nan-Sen. Les missionnaires sont à peu près parvenus à la cultiver aux altitudes moyennes du Kouei-Tcheou. Sa fructification, qui doit être terminée avant les pluies, est très abondante ; mais sa maturation est irrégulière et soumise aux ravages rapides d'innombrables insectes. Le tabac est cultivé partout. La variété de Li-Po est particulièrement

Digitized by Google

estimée. Les collines triasiques possèdent une valeur spéciale pour la culture des Caméliacées, qui comprennent le thé et l'arbre à huile, d'un rendement très avantageux dans les altitudes modérées. Tous les arbres fruitiers sont répandus et particulièrement abondants dans la région de Mong-Tze. Ils produisent beaucoup; mais leurs variétés dégénèrent rapidement.

L'agriculture est extrêmement soignée, comme on l'a signalé depuis longtemps, dans presque toute la Chine. Le sol manque souvent de potasse et presque toujours de phosphate. Les os des animaux sont particulièrement recherchés comme engrais par les cultivateurs.

L'élevage est d'une importance capitale pour le développement des relations futures avec l'Indo-Chine. La population chinoise ne possède que des porcs et des volatiles divers. Les indigènes, au contraire, entretiennent des troupeaux de bêtes à cornes, et leur industrie se développerait beaucoup si elle trouvait des débouchés. Le mouton est particulier aux Lolos ; il est sans doute venu avec eux des régions septentrionales. Il ne se maintient guère qu'au-dessus de 2.200 mètres sous une latitude moyenne, et se rencontre rarement près des routes de caravanes, sauf dans les villages musulmans. Il est surtout abondant dans la région haute des bords du Fleuve Bleu ; sa principale valeur consiste dans la toison, dont on fabrique des feutres, transformés en tapis multicolores, en couvertures et même en chapeaux.

Malgré la variété et l'étendue des ressources agricoles, la disette se produit chaque année en dehors des grandes plaines, par suite de l'insuffisance des moyens de communication. Elle arrive rarement à la famine absolue, les plantes alimentaires sauvages fournissant alors quelques ressources. Néanmoins, elle a beaucoup réduit les populations indigènes du Nord de la province, en les forçant à se déplacer. L'insuffisance des surfaces mises en culture

Digitized by Google

résulte souvent d'épidémies qui enlèvent rapidement les buffles et les chevaux. C'est actuellement un fléau de la plus réelle gravité.

III. **Voies de communication.** — Les routes muletières, escarpées dans les passages rocheux, ou bien couvertes, au voisinage des villes, d'un dallage trop disloqué, mettent cependant la province du Yun-Nan sous un régime de viabilité très supérieur à celui de beaucoup de territoires chinois. Dans les autres régions où il existe quelques voies navigables, les communications terrestres sont tout à fait négligées, et les transports ne peuvent plus s'y effectuer qu'à dos d'homme.

Les tonnages transportés sur les chemins muletiers sont toujours restreints. Pour répartir la charge normale d'un wagon de 7 tonnes, il faut réunir 100 chevaux accompagnés de 20 conducteurs, ou plus de 200 porteurs. Des caravanes de cette importance ne sont pas rares.

L'étape journalière est d'environ 30 kilomètres. En moyenne, les transports commerciaux, pourvus d'un trafic suffisant à l'aller comme au retour, s'effectuent à des prix variant, suivant les difficultés, de 30 à 50 centimes par tonne kilométrique. Le prix est plus élevé sur la frontière du Kouang-Si, le climat obligeant les porteurs à réduire leur charge, tandis que leurs exigences s'accroissent en présence de la pénétration européenne. La même tendance se manifestera sans doute sur la frontière septentrionale du Tonkin, dès le début de la construction du chemin de fer de Mong-Tze.

Quoi qu'il en soit, les difficultés actuelles du transport ne sont pas prohibitives pour l'importation de toutes les marchandises européennes. Le vin d'Europe arrive à Yun-Nan-Sen au prix d'environ 1 franc le litre. Le pétrole de Russie, importé par Nan-Ning, est à un prix très abordable. Les filés de coton, provenant surtout de l'Inde,

Digitized by Google

fournissent presque exclusivement la matière première du tissage local.

Le développement de l'industrie minière exigera évidemment l'établissement de voies moins rudimentaires. Mais la répartition de la population se prête mal à la construction des routes, qui sont, en outre, difficiles à conserver au travers des régions désertes. Quelques voies ferrées, aussi étroites que possible, reliant les mines aux régions populeuses et au chemin de fer principal, seraient à la fois plus utilisables et plus facilement acceptées par les habitants. Le transport muletier pourrait se maintenir dans les directions transversales. L'expérience des difficultés d'organisation d'un transport par charrette a été faite par la Société japonaise qui a tenté l'exploitation des mines de Ta-Me-Ti. Elle a construit une centaine de kilomètres de route carrossable sur des profils d'érosion d'une pente excessive. Les ravinements que la surface du sol subit chaque année obligent à des frais d'entretien équivalents à ceux d'une voie ferrée. Dans l'espèce, comme dans beaucoup de cas analogues, le transport par câbles aurait pu rendre de grands services.

IV. **Relations avec la population.** — Après les événements qui viennent de se succéder en Extrême-Orient, il peut être intéressant de rappeler que les traditions chinoises recommandent d'accueillir les étrangers et de les engager à s'établir dans le pays. L'opposition qui se manifeste depuis longtemps par des troubles provient surtout de l'ignorance populaire. L'Européen, de son côté, n'est pas toujours préparé à reconnaître, sous l'infériorité des résultats matériels, une civilisation respectable qui s'étend à tous les actes de la vie. Soumis directement à l'autorité consulaire, il se croit souvent entré dans un pays vierge, auquel son initiative peut servir de modèle. Quand on a vécu avec le peuple chinois, on constate que

Digitized by Google

notre prestige auprès de lui est inférieur à celui que nous lui accordons de notre côté.

Pour l'exploitation des gisements miniers, tout désaccord disparaît quand l'étranger est suffisamment connu dans la région qui l'entoure.

Le seul fait d'avoir pu accomplir le voyage dont les résultats viennent d'être exposés démontre la bonne volonté du Gouvernement et de la population tout entière. Privé pendant des mois entiers de communications avec la France, et pénétrant dans des régions éloignées même de l'autorité mandarinale, j'étais tous les jours obligé d'expliquer le but de mes recherches. Il eût été bien facile de les entraver, il suffisait de ne pas y concourir.

Au contraire, j'ai reçu souvent des propositions tendant à l'ouverture immédiate des mines. D'accord avec les mandarins, je devais répondre que l'insuccès des tentatives antérieures prouvait que tous les éléments nécessaires n'étaient pas encore réunis.

V. **Débouchés et prix de revient.** — L'origine des relations entre la Chine et les nations étrangères réside naturellement dans l'intérêt de notre commerce d'importation. Mais l'infériorité exceptionnelle de ce pays au point de vue de la richesse acquise oblige les importations à rester strictement limitées par compensation avec les exportations chinoises. Dans la zone maritime, qui est déjà pourvue de grandes voies de communication, le climat permet à la richesse agricole de suffire au commerce d'exportation. Dans la région continentale, l'analogie de son climat avec celui des pays tempérés supprime tout intérêt à l'échange lointain des produits agricoles. Seule notre colonie d'Indo-Chine trouverait avantage à recevoir plus tard des provinces chinoises diverses denrées qu'elle est encore obligée de se procurer au loin.

L'importation en Chine des produits de la métropole

Digitized by Google

par le Tonkin ne peut donc s'établir qu'en contre-partie de l'exportation des produits miniers. Celle-ci exige une immobilisation préalable de capitaux, affectés d'abord à la création des voies de communication et ensuite à l'aménagement des gîtes. Tout l'avenir dépend donc des débouchés qui peuvent justifier l'emploi de ces capitaux.

En ce qui concerne les métaux relativement précieux, comme l'or, le cuivre, le mercure, le cobalt et l'arsenic, l'extension probable des débouchés peut s'apprécier simplement par l'infériorité des prix de revient déjà établis pour un tonnage médiocre.

En ce qui concerne la houille et le fer, le prix de revient lui-même restera subordonné à l'importance de la production future.

Houille. — La consommation de la houille augmente très rapidement en Extrême-Orient. Les centres d'exportation sont, par ordre d'activité, le Japon, l'Inde et la mine de Hon-Gay. Celle-ci est située dans une position très favorable, qui lui permet d'embarquer immédiatement ses charbons en baie d'Along.

La Chine méridionale et centrale renferme, comme on sait, des gisements d'une étendue incomparable. Ceux du Yun-Nan ne représentent qu'une très faible partie de la richesse totale de l'empire. Mais les bassins du Centre et du Nord sont souvent éloignés de la mer. Les conditions techniques d'exploitation sont parfois peu favorables. Surtout la qualité de la houille est fréquemment des plus médiocres. Sauf le Kouang-Si, aucune partie de la Chine ne peut être un débouché pour les mines du Yun-Nan ; mais il est aussi admissible que peu de gisements chinois se trouveront, pour l'exportation par mer, dans des conditions plus favorables que ceux de la frontière du Tonkin. Or, l'exportation annuelle, qui, au prix de 25 à 27 francs, peut être évaluée à 2 millions de tonnes au Japon, 500.000 tonnes dans l Inde et 200.000 tonnes à Hon-Gay, n'empêche pas

Digitized by Google

l'arrivée des charbons anglais sur la côte de l'Indo-Chine. Ils ne peuvent guère descendre, à Hai-Phong, au-dessous du cours de 50 francs par tonne.

La qualité intervient, en effet, dans la question de la manière la plus importante. Or elle est tout en faveur de la houille rhétienne du Yun-Nan. Celle-ci ne peut être comparée qu'à la houille anglaise, quoiqu'elle soit d'une nature toute différente. Tous les charbons actuels d'Extrême-Orient, même flambants, sont maigres, légers ou friables. Les qualités supérieures de houille du Yun-Nan n'ont aucun de ces défauts, et peuvent améliorer par des mélanges toutes les houilles d'autres provenances. Les débouchés de cette houille à l'exportation ne peuvent être évalués que provisoirement. Ils s'accroîtront certainement par le développement économique de l'Indo-Chine : on peut admettre qu'ils atteindront rapidement 500.000 tonnes.

L'extraction totale sera d'ailleurs loin d'être subordonnée à l'exportation maritime. La métallurgie locale est réduite à la dernière extrémité par la disparition du combustible végétal. Elle peut consommer un tonnage considérable de houille anthraciteuse, et surtout coopérer à la prospérité des gisements de qualité supérieure en absorbant sur place les produits secondaires de leur exploitation.

La consommation domestique peut être considérable. On peut évaluer à 8 millions d'habitants la population qui peut être desservie par les houillères du Yun-Nan. Leur rayon de vente peut s'étendre jusqu'au Kouang-Si. La partie centrale de cette province est tellement déboisée que les racines des arbustes ont été elles-mêmes extraites du sol, et que, par exemple, le marché de Lieou-Tcheou est approvisionné de tortillons d'herbes sèches, quoique cette ville soit située sur un fleuve qui pourrait descendre le bois, s'il existait encore à distance. Toute la population est habituée à consommer de la houille, même de la

Digitized by Google

qualité la plus médiocre. Elle la paye souvent 7 francs, et s'en sert exclusivement, même dans les pays boisés, quand elle peut se la procurer à 2 fr. 50 ou 3 francs la tonne. Même quand les salaires auront subi leur accroissement inévitable, le prix de vente des mines organisées leur permettra de faire concurrence aux grattages d'affleurements, qui fournissent de la houille de qualité très médiocre.

Dans les conditions actuelles des mines chinoises le prix de revient de l'extraction est à peine de 1 franc par tonne, pour le combustible amené au jour sur le carreau de la mine. Tout le prix de vente est créé par les frais de transport, le salaire moyen de l'ouvrier mineur représentant, au total, environ 0 fr. 30 par jour. Ce salaire s'élèvera, comme tous les autres, par l'effet de l'arrivée des capitaux européens. On peut compter qu'il atteindra bientôt 0 fr. 50. Avec le temps, il pourra même s'élever à 1 franc. Mais alors la production individuelle, actuellement très inférieure à celle du mineur européen, aura beaucoup augmenté.

On peut admettre dans l'ensemble que les salaires entreront dans le prix de revient de la houille pour environ 2 francs par tonne.

En tenant compte des frais de direction, des impôts, s'ils sont établis raisonnablement, et des frais d'établissement des voies de transport, qui seront relativement très considérables, on peut admettre, par analogie avec les mines d'Europe et d'Amérique, que la houille pourra être rendue aux voies ferrées principales au prix de 6 à 7 francs par tonne.

Ceci posé, la distance entre Hai-Phong et Yun-Nan-Sen, par voie ferrée, peut être admise pour 800 kilomètres. Le tarif de transport inséré dans le cahier des charges du chemin de fer, étant 0,035 par tonne kilométrique, correspond à une dépense principale de 28 francs par tonne, s'abaissant à 20 francs si on prend Mong-Tze pour point

Digitized by Google

de départ, et plus faible encore si la descente jusqu'à la côte s'effectue par le Fleuve Rouge. La houille supérieure du Yun-Nan peut donc atteindre la côte au prix maximum de 40 francs par tonne, et intervenir, par suite, de la manière la plus nette dans la consommation maritime de l'Extrême-Orient.

Fer. — Des indications analogues peuvent être présentées pour la métallurgie du fer. Le prix du fer au bois est d'environ 250 francs la tonne ; son emploi est répandu partout. On fabrique, à l'arsenal de Yun-Nan-Sen, des fusils et des obus. Les moindres fragments de métal sont recherchés à tel point qu'on vend couramment les vieux clous extraits des caisses européennes et que le télégraphe éprouve la plus grande difficulté à conserver ses fils, la peine de mort affichée sur les poteaux n'empêchant pas de les remplacer subrepticement par des ficelles. L'emploi du fer dans les constructions sera imposé par la disparition des bois, d'ailleurs très rapidement détruits par les insectes. La population est tout aussi bien préparée à fournir des métallurgistes que des mineurs. Par exemple, une grande aciérie a déjà été installée par la Société Cockerill, à Han-Kéou. Elle a d'abord fonctionné avec succès, et même elle a pu envoyer en Europe une partie de son personnel ouvrier chinois, puis elle a été arrêtée par la suppression subite de l'administration européenne. Cette expérience, faite dans une région beaucoup mieux pourvue de voies de communication que le Yun-Nan, permet d'apprécier quelles sont les difficultés principales du développement économique de la Chine.

Etain. — Rien ne parait devoir limiter les débouchés de l'étain, si ce n'est sa qualité. Amené à un état de pureté suffisant, il pourrait être employé sur place à la fabrication des fers-blancs pour boites de conserves et créer une industrie locale qui s'étendrait sur un marché considé-

Digitized by Google

rable, non seulement en Indo-Chine, mais aussi dans les régions chaudes de la Chine maritime. On sait que le succès dans la fabrication des conserves alimentaires exige un climat sec et froid : elle serait possible au Yun-Nan.

Pour l'extraction du minerai, il ne semble pas que les perfectionnements européens permettent d'obtenir un prix de revient inférieur à celui des patrons mineurs chinois. Aucun d'entre eux ne s'enrichit. Tout le produit de leur travail revient au commerce de Ko-Tiou, dont la prospérité n'est que relative. Les bases de l'exploitation actuelle se modifieront rapidement par la construction du chemin de fer. On ne pourra sans doute pas continuer à payer les mineurs de 1 à 3 taels par mois (7 fr. 30, riz en sus). Des perfectionnements s'imposeront alors dans la métallurgie et aussi dans le raffinage, que l'abondance de la houille permettra de faire au Yun-Nan plus économiquement qu'à Hong-Kong. Actuellement, les rivalités sont telles qu'il est difficile de se procurer même un échantillon du métal, évalué sur place, comme il a été dit, à un cours supérieur à sa valeur commerciale.

Il résulte de ces faits l'impossibilité d'attribuer aux gisements d'étain du Yun-Nan une supériorité suffisante pour permettre d'apprécier leur avenir par des considérations générales. Une étude spéciale pourrait seule reconnaître quelles sont les exploitations capables de se maintenir.

Cuivre. — Un grand nombre de gisements de cuivre sont susceptibles d'une très grande production, même sans modifier dans beaucoup de cas l'exploitation chinoise, parfaitement appropriée aux gîtes diffusés dans le calcaire triasique.

Pour ce métal, comme pour l'étain, le développement industriel devra commencer par la transformation de la métallurgie, appartenant actuellement à la Régie Impériale. Le prix du cuivre brut, modifié chaque année d'après les

Digitized by Google

cours du commerce général (*), était, en 1898, de 550 francs la tonne. Sur cette somme, la dépense de combustible entraînée par la fabrication au charbon de bois, prélevait 320 francs. Le cuivre pur, d'une qualité tout à fait supérieure, amené à Pékin par le Fleuve Bleu, y revient à environ 900 francs la tonne.

Il n'y a aucune exagération à envisager la possibilité d'une production prochaine de 10.000 tonnes, équivalant à l'importation du Japon en Europe. Avec le temps, cette production pourrait être augmentée. Mais des frais considérables de premier établissement seront nécessaires, et la transformation doit être progressive. Elle pourrait commencer avant l'établissement du chemin de fer de Yun-Nan-Sen. Elle est subordonnée à une étude spéciale des gisements de houille, qui devront être mis en exploitation pour fournir économiquement aux usines le combustible destiné à remplacer le charbon de bois.

Plomb, argent et zinc. — Les métallurgies du plomb, de l'argent et du zinc sont comprises dans le monopole de la Régie Impériale. L'importance des gisements ne suffirait pas à justifier de grandes dépenses d'établissement des voies de communication. Le développement des mines de plomb, argent et zinc est donc subordonné à la mise en valeur des gisements de cuivre.

Or. — Il n'en est peut-être pas de même des gisements d'or. Le Fleuve Bleu, reconnu par M. de Vaulserre comme relativement navigable dans la région, peut les mettre en rapport avec les gisements de houille et les mines de sel, et les rendre immédiatement exploitables.

Salines. — La production totale des salines du Yun-Nan est d'environ 35.000 tonnes, l'exportation au Kouang-Si compensant les envois faits par la province du Se-Tchouan.

(*) Prix officiel alloué par le Trésor Impérial aux usines métallurgiques en échange du cuivre brut qu'elles produisent.

Digitized by Google

Le prix de revient, comprenant le bénéfice de fabricants, est, en moyenne, de 11 francs la tonne. Le prix de vente fixé par la Régie Impériale est d'environ 105 francs la tonne dans les pays salifères ; mais les frais de transport l'accroissent dans une énorme proportion pour les régions éloignées. La consommation par habitant est, par suite, extrêmement réduite : le sel est un condiment de luxe pour les pauvres ; c'est le principal article d'échange entre les pays indigènes et les commerçants chinois qui les entourent.

Il est donc certain que l'amélioration des transports et l'accroissement des salaires ouvriront à la fabrication du sel des débouchés intérieurs très importants. La population tributaire des salines, réduite depuis la révolte d'au moins un tiers de son importance antérieure, est d'environ 12 millions d'habitants (*).

L'accroissement de cette population augmentera encore les débouchés des salines en se joignant à la consommation par les industries chimiques, qui seront les annexes naturelles de la métallurgie du cuivre et de l'exploitation des mines de houille.

Tel est, dans son ensemble, l'avenir industriel qui peut justifier les efforts faits pour arriver au développement économique des provinces chinoises voisines du Tonkin.

(*) Les divergences à cet égard proviennent de la difficulté d'estimer le nombre des indigènes. Les recensements chinois sont faits très exactement, mais par familles, et, par suite, ils tendent à indiquer une population inférieure à la réalité. Le nombre des indigènes est encore plus difficile à apprécier, l'impôt auquel ils sont soumis étant établi par village. En fait, la population varie très rapidement suivant le rendement agricole par le jeu d'une natalité et d'une mortalité infantiles très élevées. Il est probable que 8 enfants sur 10 meurent en bas âge. La mortalité des adultes est aussi très considérable, et la durée moyenne de la vie est beaucoup plus courte qu'en Europe.

Digitized by Google

ANNEXES.

ANNEXE A.

RÈGLEMENTATION DU COMMERCE DE L'ÉTAIN

On peut trouver un exemple caractéristique du régime économique des mines métalliques dans le Règlement Officiel de la vente de l'étain, dont les dispositions sont reproduites ci-dessous :

Article premier. — Le présent règlement, dicté par l'expérience et le bien du commerce, est mis en vigueur pour les transactions concernant l'étain dans la région de Ko-Tiou. Il est interdit à tout fonctionnaire ou commerçant d'en modifier les dispositions sans approbation de l'autorité supérieure.

Art. 2. — Tous les traités entre producteurs et acheteurs de métal sont réglés d'après les cours, établis chaque année par une Commission spéciale (*), pour les quatre qualités définies ci-dessous :

1° L'étain de première qualité a la surface très unie et présentant de grandes stries brillantes couleur d'or. La cassure doit ressembler à celle de l'argent ;

2° L'étain de deuxième qualité présente, après refroidissement, de grands ramages mélangés de raies dorées. La cassure est moins nette et moins brillante que la précédente ;

3° L'étain de troisième qualité présente, après refroidissement, des branches minces peu colorées. La cassure a un aspect plus terne ;

4° L'étain de quatrième qualité présente à la surface des ailes de mouche ou fleurs de sésame. La cassure est encore plus terne que la précédente.

Art. 3. — La remise du métal par le vendeur à l'acheteur est

(*) Ces cours sont de 190 à 230 taëls pour la première qualité ; de 170 à 200 taëls pour la seconde ; de 150 à 170 taëls pour la troisième, et de 110 à 130 taëls pour la quatrième. Les mêmes cours servent de base pour le calcul du droit d'exportation de 5 p. 100 *ad valorem* qu est perçu par la Douane au passage de l'étain par Mong-Tze.

Digitized by Google

astreinte à la pesée officielle des lingots d'étain par le vérificateur du Bureau des Affaires des Mines.

Le poids reconnu par ce fonctionnaire fait loi, et doit être considéré par tout le monde comme exact.

Art. 4. — La transaction est soumise aux droits définis ainsi qu'il suit, par mille livres de métal :

	Taëls.
L'acheteur doit verser à l'État	24,5
Plus, pour différence entre l'once en usage dans les mines et celle de la douane impériale	0,9
Plus, pour le Tai-Pin-Houei (Association de la Paix).	0,5
Plus, pour le Si-In-Miao (Pagode de l'Argent de l'Ouest)	0,5
Plus, pour le Cercle des commerçants du Kouang-Nan et du Yun-Nan	0,025
Plus, pour les ouvriers mineurs	0,200
Total	26,625
De son côté, le vendeur doit verser à l'État un droit de	11,0
Plus, pour le Tai-Pin-Houei	0,5
Plus, pour le Si-In-Miao	0,5
Plus, pour la pagode du Yun-Nan (règlement des coutumes anciennes)	1,0
Plus, pour les ouvriers mineurs	0,2
Total	13,2

Ainsi l'étain de première qualité, dont le cours atteignait 210 taëls en 1898, revenait légalement à l'acheteur au prix de 236^{taëls},62 les 1.000 livres chinoises, sur le marché de Ko-Tiou.

La livre chinoise étant de 604 grammes, le prix ci-dessus équivaut à 1.429 francs la tonne.

Le producteur est, d'autre part, astreint à un taxe de 13^{taëls},2 par 1.000 livres. Mais il importe de signaler qu'en vertu d'un usage constant l'Administration des Mines applique à la réception du métal, présenté par le vendeur à la pesée officielle, une unité de poids majorée d'environ 20 p. 100 par rapport à la livre de 604 grammes, mais désignée aussi sous le même nom de *Kin*. L'absence de fixité dans les unités de mesure intervient ainsi fréquemment en Chine dans les transactions.

L'Administration prélève donc en nature environ 20 p. 100 du métal obtenu par le producteur.

Digitized by Google

En échange de 724 kilogrammes d'étain de première qualité, celui-ci encaisse seulement 196^{taëls},8, somme équivalente à 992 francs par tonne. La différence de 437 francs par tonne (droit d'exportation non compris), reste à l'Administration Impériale.

ANNEXE B.

Traduction d'un article du *Ostasiatische Lloyd* du 15 août 1898 (p. 897).

DE L'EXPLOITATION DES MINES DE CHARBON ET DE FER DU CHAN-SI.

Entre le *Bureau de Commerce du Chan-Si* (*) et le Syndicat de Péking, la convention suivante a été faite, concernant l'exploitation de mines de charbon et de fer, ainsi que le transport de toute espèce de produits minéraux dans la province de Chan-Si :

1° Les différentes concessions que le Gouverneur du Chan-Si avait faites à la Chambre de Commerce du Chan-Si, notamment le monopole d'ouvrir et d'exploiter dans les districts de Iou-Hien et de Ping-Ting-Tcheou ainsi que dans les préfectures de Lou-Ngan-Fou, Tse-Tchou-Fou et Ping-Pang-Fou, des mines de charbon et de fer ainsi que des mines de pétrole, n'importe où il pourrait en être découvert, sont maintenant transférées au Syndicat de Péking pour une période de soixante années.

Il y sera envoyé des ingénieurs pour rechercher dans quels endroits et montagnes il y a des mines et quel est leur rendement. Ils en confectionneront des plans très détaillés qui seront soumis au Gouverneur du Chan-Si, pour prouver à ce dernier que ces mines ne sont pas nuisibles aux environs. Le Gouverneur informera le Tsong-Li-Yamen et donnera en même temps la permission pour l'ouverture immédiate des mines.

Si les terrains miniers appartiennent à des habitants, un contrat pour la location ou la vente-achat à prix raisonnable sera fait avec les propriétaires; si le terrain appartient à la couronne, alors le revenu à payer sera le double de la taxe cadastrale usuelle;

2° Le Gouverneur du Chan-Si a autorisé la Chambre de Com-

(*) Faisant partie de l'Administration provinciale.

Digitized by Google

merce à contracter un emprunt étranger seulement de 10 millions de taëls; dans le cas où les ingénieurs des mines désignés jugeraient que cette somme est insuffisante, alors la Chambre de Commerce ne pourrait s'adresser qu'au Syndicat de Péking pour contracter un autre emprunt;

3° Toutes les affaires d'administration, mines, réclamations, employés et finances, seront traitées par la direction du Syndicat de Péking avec l'assistance du Directeur du Bureau de Commerce du Chan-Si;

4° Chaque exploitation minière doit être dirigée par un étranger et un Chinois: l'étranger surveillera les travaux; le Chinois a à régler toutes les relations entre Chinois et étrangers. Les comptes seront dressés à la méthode étrangère, les recettes et les dépenses seront contrôlées par le Directeur étranger et approuvées par les Chinois. Il y aura toujours tant d'employés chinois que possible. Tous les employés sont payés par le Syndicat;

5° Quand, lors de recherches pour des mines, il y aura lieu de faire des sondages ou des fouilles en tranchées, il sera fait d'abord un arrangement avec le propriétaire du terrain pour dédommagement de ce qui pourrait être détruit. Dans le cas où une mine serait ouverte sur une propriété privée, alors une convention sera faite d'accord avec les propriétaires pour la vente ou la location du terrain à prix raisonnable. Partout où du terrain loué ou vendu renfermerait des cimetières ou des tombeaux, il doit être dressé un plan, afin de protéger ceux-ci. Il n'y aura pas de déterrements. Si, après l'ouverture des mines et par suite de l'entretien de celles-ci, il y avait des pertes de vie ou des accidents à des constructions, alors le Syndicat devra payer des dédommagements convenables;

6° Partout où des mines seront mises en exploitation, le Gouvernement chinois recevra annuellement 5 p. 100 des profits nets. Des profits, résultats des comptes annuels, il sera versé d'abord 6 p. 100 au capital initial et 10 p. 100 seront mis à la réserve pour servir de fonds de remboursement du capital et pour diminuer la charge des intérêts. Ces payements cesseront quand le capital aura été entièrement remboursé. Des profits nets restant, il sera payé 25 p. 100 au Gouvernement chinois et le reste sera à la libre disposition du Syndicat.

Ces 5 p. 100 de taxe gouvernementale sur les produits seront, d'après un système uniforme existant, dans l'avenir, exigés du moment que le capital étranger sera engagé dans l'exploitation

Digitized by Google

des mines de charbon et de fer en Chine. Si ce capital est de l'argent prêté par des marchands pour des travaux de mines, le Gouvernement chinois ne pourra, en aucun cas, être tenu responsable des pertes qu'il pourrait y avoir;

7° L'étendue des districts miniers de Iou-Hien, Ping-Ting-Tcheou, Tse-Tchou-Fou, Lou-Ngan-Fou, est très grande et beaucoup d'exploitations minières pourront être travaillées. Pour chaque mine, il devra être tenu des comptes séparés. Le profit d'une mine ne pourra pas servir à couvrir la perte résultant de l'exploitation d'une autre, par quoi les revenus du Gouvernement seraient réduits;

8° Toutes les machines, matériaux et provisions pour mines, qu'ils soient pour Kaï-Ping ou pour d'autres sociétés minières, seront soumis aux destinataires et paieront une fois et demie les droits de douane d'entrée et seront ensuite libre de tous likins. Les produits des mines paieront à la sortie les droits de douane maritime établis d'après le tarif;

9° Le Syndicat exploitera les mines pendant soixante années. Après cette période, toutes les mines du Syndicat, soit vieilles ou nouvelles, payantes ou non, avec tout leur matériel, constructions, terrains, chemins de fer, ponts, etc., qui auront été acquises par des capitaux pour exploitations minières, seront remises sans frais au Gouvernement chinois; à cette fin, la Chambre de Commerce avisera en temps le Gouverneur du Chan-Si pour qu'il commette quelqu'un pour faire la reprise;

10° Il est important de prendre des mesures à chaque mine pour éviter les différends entre employés et ouvriers. A cette fin, la Chambre de Commerce priera le Gouverneur de nommer un délégué, tandis que le Syndicat en désignera également un. Tous les deux seront payés par le Syndicat;

11° Lors de la mise en exploitation des mines, on devra naturellement employer des étrangers comme ingénieurs et chefs mineurs; mais, plus tard, la Chambre et le Syndicat désigneront, à ces fins, des Chinois qui auront acquis de l'expérience dans le métier de l'ingénieur et du chef mineur. Pour les positions d'ordre inférieur et de peu de responsabilité, il ne sera employé que des Chinois et autant que possible des gens du Chan-Si, afin de faire leur éducation en cette matière;

12° Les ouvriers seront principalement des gens du Chan-Si, et ils recevront des gages convenables. Après l'ouverture des mines, la Chambre et le Syndicat feront des extraits des règlements miniers européens et américains concernant les accidents

Digitized by Google

du métier, les pensions pour grand âge après long service, le nombre d'heures de travail journalier, etc., et solliciteront pour ces extraits l'approbation du Gouverneur;

13° A l'ouverture des mines, le Syndicat ouvrira une Ecole pour ingénieurs et mineurs dans un district minier. De 20 à 30 jeunes gens intelligents seront envoyés par les autorités locales pour étudier dans ces Ecoles sous la direction de professeurs étrangers et pour se préparer à des emplois futurs en matières de chemins de fer et de mines. Les frais de cette Ecole sont à la charge du Syndicat;

14° Les 10 millions de taëls qui sont avancés à la Chambre par le Syndicat de Péking sont un capital de premier établissement.

Après que le capital nécessaire pour la mise en exploitation de chaque mine aura été fourni, le Syndicat pourra émettre des obligations par souscription pendant un délai fixé. Les négociants chinois qui voudront acheter des obligations dans le délai fixé en seront informés;

15° Les négociants chinois qui désireraient acheter des actions les recevront ou bien de la Chambre, qui se les procure au cours du jour, ou bien ils pourront les acheter et les vendre eux-mêmes;

16° Si un notable chinois acquérait endéans les soixante ans de la concession les 3/4 de toutes les actions d'une mine, alors la mine sera rachetée au Syndicat, la Chambre le publiera et donnera la chance aux Chinois de reprendre eux-mêmes la mine, par adjudication, remboursant les actionnaires primitifs.

Si, dans le rayon de la concession minière, il y avait déjà des mines exploitées par les particuliers, ces mines ne seront pas expropriées, mais, dans le cas où le propriétaire désirerait vendre ou louer sa mine, le Syndicat lui offrira un prix raisonnable, mais n'exercera aucune pression ;

17° Dès qu'il serait nécessaire pour le service d'une mine de construire des rues et des ponts, ouvrir ou approfondir des cours d'eau, construire des embranchements, des voies ferrées, ou de faciliter le transport par voie d'eau des charbons, fers et autres produits minéraux du Chan-Si au dehors de la province, le Syndicat en informera le Gouverneur du Chan-Si, commencera les travaux de ses propres capitaux, sans s'adresser au Trésor gouvernemental. Les règlements pour les embranchements de chemins de fer sont à déterminer en temps et lieu. Pour ce qui concerne le chemin de fer de Cheng-Ting à Taï-Yuen, pour la construction duquel la Chambre s'est procuré des capitaux autre-

Digitized by Google

part, le Syndicat pékinois ne pourra construire d'autre ligne à une distance de moins de 100 lis (*), afin d'éviter des discussions. Les terrains privés qui seraient requis pour ces constructions seront loués ou achetés d'après les méthodes déjà en usage par d'autres Sociétés. L'appropriation injuste de terrain privé n'est pas permise, et, dans ces cas, les habitants seront protégés;

18° A la fin de chaque année, un compte de profits et pertes sera envoyé par chaque mine à la Chambre, et chaque mine nommera un Chinois et un étranger pour la justification de ce compte. Un compte général de profits et pertes sera dressé et envoyé au Gouverneur, dont des copies seront envoyées à l'approbation du Tsong-Li-Yamen et du Ministre des Finances.

En même temps seront expédiés les paiements revenant au Gouvernement;

19° Puisque ces mines sont sous l'autorité chinoise, dans le cas où la Chine serait en guerre avec un autre pays, le Syndicat devra se soumettre aux ordres du Gouvernement chinois et refuser toute aide et assistance à l'ennemi;

20° Ces conventions seront dressées en Chinois comme en langue étrangère et une copie en sera remise à chaque taotai.

Signé à Pékin, le 21 mai 1898 (2e jour de la 4e lune de la 24e année de l'empereur Kuang-Hsu).

Signé : A. Luzzatti,
Agent général du « Peking Syndicate limited ».

(*) Soixante kilomètres.

Digitized by Google

LÉGENDE GÉNÉRALE DES PLANCHES.

PLANCHE V.

Carte générale de la région explorée et tracé de l'itinéraire parcouru, à l'échelle de 1/5.000.000e, d'après la carte de M. Friquegnon au 1/2.000.000e, les levés de M. le vicomte de Vaulserre et les observations personnelles de l'auteur; avec une carte à petite échelle indiquant la situation géographique de la région explorée (p. 8).

PLANCHE VI.

Fig. 1. — *Itinéraire I. — De Hai-Phong à Ke-Bao.* — Côte du Tonkin du Fleuve Rouge à la frontière chinoise, avec l'indication des gisements qui ont été l'objet d'une déclaration de périmètre réservé, jusqu'en 1899, d'après le service des mines de la colonie. Echelle de 3/4.000.000 (p. 43 et suiv.).

Fig. 2. — *Coupe schématique du Haut-Tonkin* par un plan perpendiculaire à la direction normale du Fleuve Rouge et passant par le grand rapide de Traï-Hut, d'après les cartes du Ministère des Colonies et de l'Indo-Chine. Echelle des longueurs, 1/2.000.000e; échelle des hauteurs, 1/100.000e (p. 50).

Fig. 3. — *Itinéraire II. — De Hanoï à Lao-Kay.* — Echelle, 1/2.000.000e (p. 46 et suiv.).

Fig. 4. — *Itinéraire III. — Courses autour de Lao-Kay :* 1e Nord-Est de Lao-Kay; — 2e Sud-Ouest de Lao-Kay; — 3e Nord-Ouest de Lao-Kay. Echelle 1/500.000e (p. 51 et suiv.).

PLANCHE VII.

Fig. 1. — *Coupe géologique de la région de Ko-Tiou et de Mong-Tze*, suivant un plan perpendiculaire à la direction normale du Fleuve Rouge. Echelles : horizontale, 1/800.000e; — verticale, 1/80.000e (p. 56 et suiv.).

Fig. 2. — *Itinéraire IV. — Courses autour de Mong-Tze*, d'après la carte au 1/200.000e du Bureau Topographique de l'Indo-Chine et les observations de l'auteur. — 1e De Long-Po à Mong-Tze; — 2e bordure méridionale et orientale du bassin de Mong-Tze; — 3e bordure occidentale du bassin de Mong-Tze; — 4e de Mong-Tze à Ko-Tiou et Mien-Tien. Echelle, 1/800.000e (p. 56 et suiv.).

Digitized by Google

FIG. 3. — *Itinéraire V. — De Mong-Tze à Yun-Nan-Sen*, par A-Mi-Tcheou et Lou-Nan. Région à l'Est jusqu'à Tou-Tza. Echelle, 3/4.000.000 (p. 69 et suiv.).

FIG. 4. — *Itinéraire VI. — Courses autour de Yun-Nan-Sen.* — Tracé de la route ordinaire de Mong-Tze à Yun-Nan-Sen. Limites des bassins hydrographiques du Si-Kiang, du Fleuve Bleu et du Fleuve Rouge autour de Yun-Nan-Sen. Echelle, 3/4.000.000 (p. 79 et suiv.).

PLANCHE VIII.

Itinéraire VII. — De Yun-Nan-Sen à Toung-Tchouan (p. 85 et suiv.).

Itinéraire VIII. — De Toung-Tchouan au confluent du Kin-Ho avec le Fleuve Bleu (p. 96 et suiv.).

Itinéraire IX. — Du confluent du Kin-Ho avec le Fleuve Bleu à Ta-Li (p. 103 et suiv.).

Itinéraire X. — De Ta-Li à Yun-Nan-Sen. — D'après la carte de M. Friquegnon, l'exploration du Fleuve Bleu par M. le vicomte de Vaulserre et les observations personnelles de l'auteur. Echelle, 1/1.250.000e (p. 114 et suiv.).

PLANCHE IX. — INDUSTRIE MINIÈRE.

FIG. 1. — *Haut-Fourneau près d'I-Men-H'ien.* — La cuve est construite en pisé réfractaire, maintenu par un garnissage extérieur en bois. Le minerai est une hématite caverneuse calcaire, provenant de chapeaux de filons. Le charbon de bois de pin est visible vers la gauche, à hauteur de la passerelle. Le cylindre soufflant horizontal est situé sous l'appentis à gauche. Les plaquettes de fonte, mises en tas, sont tantôt grises, tantôt lamelleuses. Le laitier est noir et peu abondant. Le puddlage s'effectue sous le toit situé au premier plan. L'enclume de corroyage est un peu en arrière (p. 82).

FIG. 2. — *Couche de houille de Taï-Pin-Tchang.* — Entrée de la galerie de Tao-Kia-Tou. Les végétaux fossiles ont été pris au toit, vers la droite. La dureté et la solidité de la couche sont telles qu'aucun boisage n'est nécessaire, même à l'entrée de la mine (p. 104).

FIG. 3. — *Evaporation du sel à Lang-Tsin.* — Le foyer est au premier plan, sur la face verticale du fourneau. Les ouvriers présentent un type de la race lolo (p. 117).

FIG. 4. — *Dépôt de houille sur les bords du Fleuve Bleu, près de Taï-Pin-Tchang.* — Paniers accolés deux par deux pour le transport à dos de mulet. Un peu en arrière, tas rectangulaire de houille en gros blocs (p. 104).

FIG. 5. — *Forge près de Ma-Chang.* — Vue montrant la construction des cylindres soufflants, cylindres en bois, avec tuyère en fer. L'enclume rudimentaire est au premier plan (p. 104).

Digitized by Google

Fig. 6. — *Forge à coke de Tai-Pin-Tchang.* — Le premier des trois fours a été découvert pour l'extraction du coke, en gros fragments, vers la gauche (p. 105).

PLANCHE X. — INDUSTRIE MINIÈRE.

Fig. 1. — *Gisement houiller de Kieou-Long-Ouan.* — Type des niveaux schisteux houillers intercalés dans le calcaire à Productus. Au premier plan, tas de schiste (p. 80).

Fig. 2. — *Moulage de fonte près d'I-Men-H'ien.* — Au premier plan, moules en terre cuite garnie de brasque, pour la fabrication des marmites. Vers la droite, turbine en bois, tournant autour d'un axe vertical, lorsqu'elle est employée à mouvoir le cylindre soufflant, situé lui-même au fond de l'atelier, à côté d'un four de fusion au creuset (p. 83).

Fig. 3. — *Vue de Ile-Tsin (sel).* — La ville, mal indiquée sur diverses cartes, est aussi placée au bord d'une rivière coulant du Sud au Nord, et profondément encaissée. L'horizon salifère, avec cargneules, n'est atteint que par des puits établis au bord de cette rivière. Cette position confirme l'attribution au trias des terrains qui forment les plateaux supérieurs de la région (p. 117).

Fig. 4. — *Aire d'évaporation du bicarbonate de soude à Y-Tcha.* — La vue donne une idée de la petitesse exceptionnelle des maisons habitées par les Lolos (p. 108).

Fig. 5. — *Epaisseur du conglomérat aurifère en amont de Kin-Kiang.* — Le conglomérat forme la terrasse sur la rive gauche du Fleuve Bleu, coulant de la gauche vers la droite. De nombreux groupes de laveurs d'or travaillaient au bord du Fleuve. On distingue la stratification horizontale du conglomérat, formant en cette région une nappe très étendue, déposée dans le coude formé par le Fleuve, dont la vallée supérieure remonte vers le Nord (p. 102).

Fig. 6. — *Appareil de lavage du gravier aurifère.* — Permet d'apprécier la possibilité d'obtenir un rendement notable par des appareils plus rapides (p. 102).

Fig. 7. — *Dépôt des scories de cuivre à Ta-Me-Ti* (p. 94).

Fig. 8. — *Résidus de triage du minerai de cuivre à Ta-Me-Ti.* — Toute la région, au premier plan, est couverte d'entrées de galeries, effondrées ou encore en activité. Leur nombre est évalué à 440. Les résidus de triage s'étendent sur toute la surface du sol. En second plan, on aperçoit la route muletière de la Société japonaise coupée par des ravinements, dans la vallée de Ta-To, transversale au Liou-Chou-Ho (p. 93).

Fig. 9. — *Usine de Ta-Me-Ti.* — Cour principale de l'usine construite par la Société japonaise. Portrait de Liou-Ta-Jen, directeur général des mines et des usines du district de Toung-Tchouan, mandarin militaire du grade de général de division. A l'arrière-plan, vue d'ensemble des sommets exploités du calcaire triasique cuprifère (p. 94).

Digitized by Google

PLANCHE XI.

Itinéraire XI. — De Yun-Nan-Sen à Hing-Gni (p. 120 et suiv.).

Itinéraire XII. — De Hing-Gni à Kouei-Yang-Sen (p. 123 et suiv.).

Itinéraire XIII. — De Kouei-Yang-Sen à Kouei-Lin-Sen, d'après la carte de M. Friquegnon, le levé topographique de M. le vicomte de Vaulserre et les observations de l'auteur. Echelle, 1/2.000.000e (p. 132 et suiv.).

PLANCHE XII.

Fig. 1. — *Coupe géologique d'ensemble passant par Ma-Chang* et le confluent du Kin-Ho avec le Fleuve Bleu. Echelle des distances horizontales, 1/1.250.000e. Echelle des hauteurs, 1/50.000e (p. 141 et suiv.).

Fig. 2. — *Coupe géologique d'ensemble de Ta-Li à Kouei-Lin-Sen.* — Echelle des distances horizontales, 1/2.000.000e. Echelle des hauteurs, 1/100.000e (p. 141 et suiv.).

PLANCHE XIII.

Carte géologique d'ensemble de la région explorée, d'après les déterminations de MM. Michel-Lévy et Lacroix, Douvillé, Zeiller, et la stratigraphie de l'auteur. Echelle, 1/5.000.000e. Cette carte est établie en supprimant toute représentation des contours appartenant aux massifs porphyritiques, aux dépôts lacustres tertiaires et quaternaires, et aux alluvions des grands cours d'eau.

PLANCHE XIV. — VUES CARACTÉRISTIQUES.

Fig. 1. — *Calcaire liasique. Plateau au Nord de Ma-Chang.* — Vue représentant l'état franchement karstique des régions formées par le calcaire liasique. Au second plan, vallée du Fleuve Bleu (p. 107).

Fig. 2. — *Calcaire liasique. Ville de Tchen-Ning.* — Murailles ordinaires des villes chinoises. En arrière, apparaît le profil en dents de scie des pitons de calcaire liasique formant la bordure du plateau de Iao-Pou (p. 128).

Fig. 3. — *Terrain rhétien de Taï-Pin-Tchang. Fleuve Bleu* (p. 104).

Fig. 4. — *Calcaire liasique à l'Est de Lo-Ping.* — Pitons aigus, type de route mandarine (p. 121).

Fig. 5. — *Calcaire triasique, bassin lacustre de Ngan-Chuen.* — Pitons aigus isolés, stratification horizontale (p. 127).

Fig. 6. — *Permo-Trias bariolé. Fleuve Bleu au Nord de Ta-Li* (p. 110).

Fig. 7. — *Permo-Trias. Erosions. Vallée du Liou-Cho-Hou* (p. 92).

Fig. 8 et 9. — *Calcaire permien moyen à l'Est de Lou-Nan.* — Type le plus caractérisé des plateaux ruiniformes du calcaire à Productus, mon-

Digitized by Google

trant l'horizontalité de la stratification. Le Permo-Trias remanié est cultivé dans l'intervalle des pointements calcaires (p. 74).

PLANCHE XV. — VUES CARACTÉRISTIQUES.

Fig. 1. — *Profil du calcaire à Productus.* — Crête de l'île des Deux-Song, au bord du delta du Fleuve Rouge. Dentelures beaucoup moins aiguës que celles du calcaire liasique (p. 44).

Fig. 2. — *Calcaire à Productus.* — Récif de la baie d'Along : absence de dépôts littoraux caractéristique des côtes d'affaissement récent (p. 44).

Fig. 3. — *Calcaire à Productus à 2.000 mètres d'altitude.* — Région à l'Ouest de Mong-Tze. Vue montrant l'identité du profil des crêtes avec la forme des récifs de la baie d'Along (p. 63).

Fig. 4. — *Calcaire à Productus pointant à travers le Permo-Trias.* — Type très commun des collines de dénudation récente hérissées de petits rochers calcaires. Environs de Long-Ouang-Miao, près de Toung-Tchouan (p. 88).

Fig. 5. — *Calcaire à Productus.* — Environs immédiats de la ville de Kouei-Lin-Sen, cultivés dans l'intervalle des pitons. Stratification horizontale apparaissant au sommet d'un de ces pitons (p. 137).

Fig. 6. — *Porphyrite en plateau à 3.000 mètres.* — Environs de Toung-Tchouan. — Type des régions herbeuses hautes, peu fertiles, cultivées surtout en sarrasin (p. 87).

Fig. 7. — *Leptynite, falaise à l'Est de Sie-Ke-Ta*, se prolongeant vers le Nord sur la rive gauche du Kin-Ho (p. 100).

Fig. 8. — *Gneiss.* — Montagnes à l'Ouest de Ta-Li. — Au premier plan, champ de manœuvres et tribune du commandant des troupes de la province du Yun-Nan (p. 111).

Fig. 9. — *Grande plaine lacustre* de Yun-Nan-H'ien, type des régions cultivées en rizières (p. 115).

PLANCHE XVI. — AGRICULTURE. — MOYENS DE TRANSPORT. VOIES DE COMMUNICATION.

Fig. 1. — *Rizières préparées avant les pluies.* — Type commun d'aménagement des régions agricoles les plus avancées. Environs de Yun-Nan-Sen (p. 176).

Fig. 2. — *Plaine d'I-Léang et lac de Tang-Tche.* — Dissémination des fonds lacustres sur le calcaire à Productus (p. 78).

Fig. 3. — *Moisson du riz, bords du lac de Ta-Li.* — Culture du riz à 2.250 mètres. — Moisson à peine commencée le 12 novembre. — Fertilité exceptionnelle (p. 177).

Fig. 4. — *Convoi de jonques sur le Yang-Kiang.* — Petites jonques de 3 tonnes de capacité, remontant jusqu'à des profondeurs d'eau de

Digitized by Google

0m,60, naviguant à la gaffe ou à la voile, mais réunies en convois pour le halage dans les rapides (p. 132).

Fig. 5. — *Transport par caravanes.* — Région supérieure du Yun-Nan, dépourvue de cours d'eau navigables. — Chevaux et mulets nourris surtout de haricots et de paille de riz hachée (p. 179).

Fig. 6. — *Transport par chaise à porteurs.* — Employé par la classe aisée, même dans les passages les plus difficiles. — Ravin de Siao-Kia-Pin, près Toung-Tchouan (p. 91).

Fig. 7. — *Pont près de Houeï-Li.* — Type récent. — Les ponts anciens sont souvent en ogive.

Fig. 8. — *Pont et tunnel près de Mong-Kou.* — Pont sur câble, descente au Fleuve Bleu de la route ordinaire des caravanes entre Sui-Fou et Ta-Li, par Toung-Tchouan. — Exemple du tracé accidenté des voies actuelles de communication.

Fig. 9. — *Construction d'une église à Tchen-Ning.* — Sous la direction de M. Roux. — Exemple des résultats immédiats qu'on peut obtenir de la main-d'œuvre locale.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

INTRODUCTION 5

PREMIÈRE PARTIE.

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX.

CHAPITRE I. — 1° Géographie 8
2° Voyage 10
CHAPITRE II. — Classification stratigraphique 18
A. Terrains cristallophylliens et massifs granitiques. — Syénite néphélinique 18
B. Système Précambrien 21
C. Système Dévonien. — Calcschistes. — Base de la formation désignée sous le nom de calcaire à Productus 22
D. Système Carbonifèrien :
1° Carbonifèrien inférieur. — Phtanites. — Calcaire en plaquettes. — Porphyrite andésitique. — Horizon de roches vertes. — Houille 26
2° Carbonifèrien supérieur. — Calcaire de la côte du Tonkin et du Kouang-Si 29
E. Système Permien 30
1° Calcaire de Yun-Nan-Y 30
2° Schistes de Ngan-Tchouang-Po. — Houille 31
3° Permien moyen. — Calcaire de Lou-Nan. — Sommet de la formation désignée sous le nom de calcaire à *Productus* 32
4° Permien supérieur. — Salifère et Gypsifère. — Base de la formation désignée sous le nom de Permo-Trias. 33
F. Système Triasique 34
1° Trias inférieur, gréseux et schisteux 34
2° Trias moyen. — Calcaire coralligène de Mong-Tze 35
3° Trias supérieur, gréseux et schisteux. — Horizon rhétien. — Schistes et grès versicolores. — Niveaux de minerai de fer en rognons. — Houille. — Flore rhétienne 37

Digitized by Google

Pages.

G. Système Liasique. — Calcaire caverneux à *Pleuromyia*. — Marnes et grès roses à bivalves..... 39
H. Système tertiaire. — Dépôts du Fleuve Rouge. — Houille de Yen-Bay..... 40
I. Système quaternaire. — Bassins lacustres..... 41

DEUXIÈME PARTIE.

OBSERVATIONS.

ITINÉRAIRE I. — De Haï-Phong à Ké-Bao..... 43
Constitution de la côte. — Baie d'Along. — Hon-Gay. — Ke-Bao. Gisements de houille et minerais d'antimoine, plomb. cuivre et cobalt.
ITINÉRAIRE II. — De Haï-Phong à Lao-Kay..... 46
Cours du Fleuve Rouge. — Gisements de houille tertiaire et carboniférienne inférieure. — Pegmatite à tourmaline. — Coupe schématique du Tonkin.
ITINÉRAIRE III. — Explorations au Tonkin autour de Lao-Kay.... 51
1° Nord-Est de Lao-Kay. — Houille carboniférienne. — Pitons calcaires de Bam-Lao ;
2° Sud-Ouest de Lao-Kay. — Houille tertiaire de Lang-Hang ;
3° Nord-Ouest de Lao-Kay. — Houille tertiaire. — Fer magnétique de Trinh-Thuong. — Escarpement gneissique de la rive droite du Fleuve Rouge.
ITINÉRAIRE IV. — Courses autour de Mong-Tze..... 56
1° De Long-Po à Mong-Tze. — Houille tertiaire de Man-Hao. Montée de Man-Hao à Mong-Tze. — Structure karstique des régions couvertes par le calcaire à Productus et le Trias ;
2° Bordure méridionale et orientale du bassin lacustre de Mong-Tze. — Région de Sin-Chiem et Ta-O-Tze. — Houille de Pa-Che-Kay. — Antimoine de Ho-Tche-Ti. — Fossiles du Trias moyen ;
3° Bordure occidentale du bassin de Mong-Tze. — Région déboisée au Sud de Ko-Tiou. — Traversée du Fleuve Rouge à Man-Pan. — Hong-Chouen-Li. — Filon stannifère de To-Mou-Kho. — Filon de galerie argentifère de Long-Teou-Tchaï ;
4° De Mong-Tze à Ko-Tiou et Mien-Tien. — Pegmatite à tourmaline. — Métamorphisme du trias inférieur. — Filon stannifère et cuprifère de Ma-La-Ken. — Schistes à Myophoria Szechenyi de Sui-Long-Tien. — Lignite de Mien-Tien. — — Grotte de Ien-Tze-Tong. — Mine de cuivre de Vei-Tao-Chan. — Tuf calcaire de Pan-Che-Hoa.

Digitized by Google

Pages.

ITINÉRAIRE V. — De Mong-Tze à Yun-Nan-Sen par Lou-Nan..... 69
Ta-Tchouang; A-Mi. — Mines de houille rhétienne de Pou-Tchao-Pa, de Ni-Ou-Ke, de Mi-Leu.
Calcaire permien fossilifère de Lou-Nan. — Houille carbonifférienne de Ta-Mi-Ka. — Fossiles dévoniens, Tien-Sen-Kouan. — Porphyrite. — Mine de houille de Tou-Tza. — Ville d'I-Léang. — Fossiles dévoniens de Siao-Len-Tsin.
Lignite et source sulfureuse chaude de Tang-Tche.

ITINÉRAIRE VI. — Courses autour de Yun-Nan-Sen..... 79
1° Bassin lacustre de Yun-Nan-Sen. — Horizon houiller. — Affleurement de Kiéou-Long-Ouan;
2° Région d'I-Men.
Salines de Ngan-Lin.
Filons de cuivre et d'hématite. — Métallurgie du fer. — Couches profondes du bassin permien supérieur.

ITINÉRAIRE VII. — De Yun-Nan-Sen à Toung-Tchouan..... 85
Mines de cuivre. — Disparition du charbon de bois.
Bassin lacustre de Yang-Lin. — Houille d'A-Long-Chi-Tchou. — Terrain houiller de Kong-Chan.
Massif porphyritique de Leï-Tou-Po.
Gisement de cuivre de Kou-Niou-Tchang.
Horizon houiller de Toung-Tchouan. — Affleurements exploités à Long-Ouang-Miao, Tche-Haï et Cha-Ko.
De Toung-Tchouan à Lou-Pou. — Gisements exploités de houille, cuivre, plomb et cobalt.
De Toung-Tchouan à Ta-Me-Ti, par Ta-To. — Source chaude de Siao-Kia-Pin. — Grandes mines de cuivre de Tang-Tan. — Métallurgie du cuivre. — Tentative d'une Société japonaise.

ITINÉRAIRE VIII. — De Toung-Tchouan au confluent du Kin-Ho avec le Fleuve Bleu, par Houei-Li..... 96
Descente sur le Fleuve Bleu par Mong-Kou. — Tunnel chinois. — Affleurements carboniférien inférieurs de Siao-Choui-Tsin. — Gisements de cuivre de Ta-Kiao. — Montagnes mésozoïques du Léang-Chan. — Bassin lacustre et gisements houillers de Houei-Li.
Terrains infracarboniférien à l'Ouest de Houei-Li. — Diabases et roches vertes. — Massif de leptynite de Sie-Ke-Ta. — Syénite néphélinique du Kien-Chan.
Conglomérats aurifères du Kin-Ho et du Kin-Cha-Kiang.

ITINÉRAIRE IX. — Du confluent du Kin-Ho avec le Fleuve Bleu à Ta-Li, par Iun-Pe..... 103
Région mésozoïque. — Gisements de houille rhétienne des environs de Ma-Chang.
Mine de Taï-Pin-Tchang. — Fours à coke. — Gisements de

Digitized by Google

Pages.

Sin-Kay et Kieou-Ia-Pin. — Affleurement de Choa-Tchou-La. — Source alcaline de Y-Tcha. — Extraction du bicarbonate de soude.
Région de Iun-Pe. — Permanence de la peste.
Descente sur le Fleuve Bleu. — Conglomérat aurifère de Kin-Kiang, Hoang-Kia-Pin. — Région des lacs de Ta-Li. — Montagnes gneissiques. — Cipolins.
Tailleurs de pierre, potiers, fabricants de gongs.
Région cuprifère de Oui-Si.
Salines entre Ta-Li et Li-Kiang.
Gypse. — Ecoulement des eaux vers le Me-Kong.
Itinéraire X. — De Ta-Li à Yun-Nan-Sen..... 114
Constitution de la région au Sud du lac de Ta-Li.
Exploitation d'orpiment à Mong-Hoa. — Grandes plaines lacustres.
Fossiles permiens au sommet du calcaire à Productus près de Yun-Nan-Y.
Synclinal rempli par les terrains supérieurs au permien.
Bassin tertiaire de Lou-Ho.
Salines de Lang-Tsin, He-Tsin et Héou-Tsin. — Relèvement du calcaire à Productus sur la bordure orientale du synclinal.
Plaine de Lou-Feng, affluents supérieurs du Fleuve Rouge.
Itinéraire XI. — De Yun-Nan-Sen à Hing-Gni..... 120
Début du levé topographique par le vicomte de Vaulserre.
Région à l'Est de Yun-Nan-Sen.
Porphyrite de Tou-Tza à Che-Tsong. — Trias entre Che-Tsong et Lo-Ping.
Région liasique karstique à l'Est de Lo-Ping.
Frontière du Kouei-Tcheou à Kiang-Ti. — Empreintes végétales sur les bords du Kiang-Ti-Ho.
Lias et rhétien autour de Hoang-Tsao-Pa. — Houille rhétienne exploitée. — Calcaire triasique autour de Hing-Gni.
Itinéraire XII. — De Hing-Gni à Kouei-Yang-Sen..... 123
Route mandarine entre le Se-Tchouan et le Tonkin, se dirigeant vers le Nord dans la zone d'érosion du Hoa-Kiang.
Rivière de Pa-Lin, calcaire à Productus. — Anciennes mines de mercure, et houille exploitée à Lan-Mou-Tchang.
Schistes à *Orthotretes crenistria*. — Traversée du Hoa-Kiang à 600 mètres d'altitude. — Ville de Mo-You-Sse; multiplicité des affleurements houillers permiens. — Village de Kouan-Lin. — Traversée d'un affluent du Hoa-Kiang à 800 mètres d'altitude.
Continuation des affleurements houillers permiens. — Mine de Ta-Pin-Ti, Hoang-Ko-Chou. — Grands affleurements

Digitized by Google

Pages.

exploités de Ngan-Tchouang-Po. — Fossiles permiens. — Passage sur le Permo-Trias. — Ville de Tchen-Ning. — Plateau karstique mésozoïque de Iao-Pou.
Ville de Ngan-Chuen. — Houille rhétienne maigre exploitée aux environs.
Horizon rhétien de Ngan-Chuen à Kouei-Yang-Sen et autour de cette ville.
Gisements de mercure.
Gisements houillers vers le Nord jusqu'à Tchao-Toung.
Itinéraire de M. Duclos de Pi-Tsié à Tchen-Ning par Ouei-Ning.
Prolongation vers le Nord des affleurements houillers rhétiens.
ITINÉRAIRE XIII. — De Kouei-Yang-Sen à Kouei-Lin-Sen..... 132
Extension de l'horizon rhétien à l'Est de Kouei-Yang-Sen. — Affleurements houillers. — Mine de Cha-Tze-Kang. — Calcaire triasique à céphalopodes.
De Kouei-Yang-Sen à San-Kio par Long-Li, Koui-Tin, Kou-Tong, Tou-Yun et Pa-Tchaï.
Rivière du Yang-Kiang navigable au-dessous de San-Kio. — Cours du Yang-Kiang. — Ville de Kou-Tchou.
Frontière du Kouang-Si à Meï-Tchaï.
Traversée d'un ridement précambrien à Léang-Kéou.
Déviation du Yang-Kiang vers le Sud à partir de Lao-Pou. — Schiste ardoisier de Hoai-Iuen.
Calcaire à Productus surmonté de lambeaux de permien supérieur à l'Est du Yang-Kiang jusqu'à Kouei-Lin-Sen.
ITINÉRAIRE XIV. — De Kouei-Lin-Sen à Nan-Ning..... 137
Constitution uniforme de la région.
Horizons inférieurs du calcaire à Productus reposant sur le quartzite rubané.
Fossiles à Kouei-Lin-Sen, Tchouang-Chan et Tsien-Kiang.
Noyau granitique de Ma-Lin.
Environs de Nan-Ning. — Lignite.
ITINÉRAIRE XV. — De Nan-Ning à Hanoï..... 140
Calcschiste rose dévonien. — Cours du Tso-Kiang. — Contact avec le quartzite rubané.
Long-Tcheou.
Porphyre à quartz globulaire de Yang-Tze-Lan. — Calcaire à Productus et Permo-Trias et calcaire triasique entre Lang-Son et Phu-Lang-Thuong.
CONSTITUTION D'ENSEMBLE DES PROVINCES VOISINES DU TONKIN.
I. Période de sédimentation..... 141
Prolongement des anticlinaux précarboniériens principaux reconnus au Se-Tchouan par M. L. von Loczy, et dirigés du Nord au Sud.

Digitized by Google

Pages.

Eruptions de porphyrite.
Dépôt du calcaire à Productus.
Rivages houillers paléozoïques en bordure de l'anticlinal de Toung-Tchouan. — Surrection des massifs porphyritiques. — Formation gréseuse du permien supérieur.
Synclinal salifère de Ma-Chang.
Accentuation des synclinaux pendant la période triasique.
Rivages houillers rhétiens autour des anticlinaux paléozoïques.
Dépôt du calcaire liasique et des grès à bivalves.

II. Période d'émersion..... 145
III. Formation du relief actuel..... 145
Relief créé à l'époque miocène suivant un système de failles parallèles à la direction S.-E. du Fleuve Rouge, et rattaché aux mouvements de l'Inde par M. de Richthofen.
Relief créé à l'époque moderne par le système d'affaissements N.-N.-E. du Pacifique, défini par M. Suess.

TROISIÈME PARTIE.

CONDITIONS D'EXPLOITABILITÉ.

Chapitre I. — Résumé des ressources minérales. — Houille. — Fer. — Etain. — Cuivre. — Plomb. — Zinc. — Mercure. — Or. — Sel. — Minerais divers..... 150
Chapitre II. — Population minière..... 162
Chapitre III. — Etablissement des exploitations minières. — Règlement du 19 novembre 1898..... 165
Chapitre IV. — Bases économiques de l'exploitation. — Climat. — Ressources agricoles. — Voies de communication. — Relations avec la population. — Débouchés et prix de revient..... 171

ANNEXES.

Annexe *A*. — Règlement concernant la vente de l'étain à Ko-Tiou..... 189
Annexe *B*. — Convention pour l'exploitation des mines de houille et de fer du Chan-Si..... 191

Légende générale des planches..... 196

Digitized by Google

NOTE

SUR LA

LÉGISLATION DES MINES EN CHINE

(Extrait des *Annales des Mines*, 9e livraison 1900.)

Propriété des mines. Conduite des travaux. — On ne doit pas s'attendre à trouver dans le régime légal des mines chinoises quelque trace des idées et des systèmes devenus classiques en cette matière dans les pays ouverts à toute civilisation. Les conditions de l'exploitation des mines en Chine ne sont que l'application du régime fiscal, qui est la base de toute l'Administration impériale. Elles se ressentent de l'absence complète de toute notion exacte relative à la topographie souterraine ou à la nature des gîtes minéraux.

Dans l'esprit de toute la population chinoise, les profondeurs du sol constituent un monde complètement distinct de la surface du sol.

Les croyances qui sont la base de la législation placent les gisements exploitables dans le domaine des génies infernaux, qui portent le nom générique de *Long*, que nous traduisons ordinairement par le terme de *dragon*. Ces idées superstitieuses dominent encore dans toutes les classes de la société : beaucoup d'affleurements portent des temples dédiés aux dragons. La houille notamment se rencontre souvent dans les localités appelées He-Long-Tan (Source du Dragon noir).

Tous les mineurs sont fermement convaincus que les dragons disposent toujours du gisement en exploitation.

Digitized by Google

Ils pensent que ce gisement peut disparaître si l'exploitant manque à l'accomplissement des superstitions habituelles ou s'il imprime à l'extraction une activité inusitée, et même s'il arrive à un mandarin ou à un Européen de pénétrer dans les travaux.

Dans la religion officielle, l'Empereur est considéré comme le dépositaire héréditaire de la puissance des génies. En fait, il possède un pouvoir absolu pour réglementer l'exploitation des mines; mais il est lié par tout un ensemble de traditions et de rites qui, ainsi qu'on va le voir, ne laissent à l'action gouvernementale qu'un champ des plus restreints.

Tout d'abord il est à signaler que l'exercice de la profession minière constitue, dans les régions où elle s'exerce actuellement, un droit héréditaire pour un certain nombre de chefs de famille.

Le droit d'exercer la profession patrimoniale est inaliénable autant en fait qu'en principe, et la famille qui semble avoir renoncé à cette profession tend toujours à la reprendre, lorsqu'elle n'a pas réussi à se créer d'autres moyens d'existence.

Par exemple, on voit des familles d'agriculteurs, qui ont autrefois vendu leurs terres, revenir se mettre en subsistance chez les détenteurs actuels, disant qu'ayant perdu le produit de la vente elles viennent vivre du sol qui leur a été imparti autrefois. Les propriétaires sont à peu près forcés de les accepter comme fermiers et domestiques. Dans les pays fertiles, on voit aussi arriver d'autres familles d'agriculteurs qui, ayant été réduites à la misère dans une autre partie de la province ou même dans une province différente, se sont munies de certificats officiels et viennent s'imposer comme fermiers aux propriétaires des domaines les plus étendus.

Or, en ce qui concerne les gisements miniers, il n'existe pour ainsi dire pas un seul pouce du territoire qui n'ait

Digitized by Google

été gratté superficiellement par la population minière, qui, par exemple, recherche depuis plus de deux mille ans les moindres affleurements cuprifères. En ce qui concerne la houille, l'exploitation, moins ancienne, est cependant absolument universelle, car elle fournit un combustible de première nécessité dans un pays maintenant dénudé. D'autre part, le droit de recherche ou d'exploitation exercé par les familles minières n'a jamais été limité par des périmètres déterminés. Il s'étend à tout le pays et à tous les gisements qui peuvent rester encore à découvrir, comme à ceux dont l'exploitation a été momentanément suspendue. Il n'existe donc pas en Chine de gisements légalement inexploités ou abandonnés. Il faut s'attendre à rencontrer partout des droits d'inventeur ou de premier occupant souvent difficiles à découvrir d'avance, mais qui sont conservés dans les archives des familles, et se révéleront presque toujonrs quand l'exploitation sera reprise avec des capitaux européens. Le droit d'exploiter les gisements miniers peut s'étendre à l'élaboration des minerais. Il y a des familles de métallurgistes comme des familles de mineurs. Dans tous les cas, les ouvriers étrangers engagés par les chefs sont considérés comme appartenant à leur famille.

Les mandarins disent donc la vérité lorsqu'ils répondent aux Européens que les mines appartiennent au peuple, ou parfois à l'empereur, mais qu'en tout cas le Gouvernement ne s'y intéresse que pour maintenir à un certain nombre de familles les moyens d'existence qui leur sont nécessaires.

Cependant le mandarin local peut toujours arrêter l'extraction dans une région déterminée en fondant son interdiction sur des considérations d'intérêt public. Ses prérogatives fiscales le rendent à peu près souverain en ce qui concerne les conditions de vente des produits de l'extraction. Nous reviendrons plus tard sur ce point.

Digitized by Google

Au point de vue de l'exploitation, chaque patron mineur, en règle avec la patente qui lui est imposée par le mandarin, est libre d'ouvrir où il lui plaît un puits ou une galerie. Il doit seulement se tenir à la distance de deux mesures (*tchang*, valant de 6 à 7 mètres) de l'excavation déjà créée par un concurrent. Les droits de chaque patron s'étendent au minerai situé à 1 tchang de la paroi de son excavation.

Les exploitations à ciel ouvert, soumises à des règles analogues, sont très rares, faute des capitaux nécessaires pour les frais de découverture.

Une fois établi, le chantier souterrain suit dans le filon ou dans la couche toutes les directions qui paraissent avantageuses au patron mineur. La galerie d'extraction, en général bien boisée, mais de faible hauteur (1^{m},20 environ), prend toutes les inclinaisons imaginables suivant l'allure du gîte. Des galeries latérales, formant une série de traçages sans dépilages proprement dits, se branchent dans toutes les directions favorables. Le défaut d'air, l'invasion des eaux, les éboulements, et parfois le grisou limitent seuls l'avancement, qui pénètre souvent à plusieurs centaines de mètres du débouché au jour. Suivant la richesse du gîte, le personnel employé par un seul patron, tantôt se réduit à quelques gamins, chargés du sortage, tantôt comprend plusieurs centaines d'ouvriers piqueurs, comme, par exemple, dans l'exploitation des amas stannifères de Mong-Tze. Les ouvriers proprement dits sont embauchés temporairement par les patrons; mais ils proviennent toujours exclusivement de certaines régions dont la population est habituée à se transporter dans le pays minier, et ils n'admettent pas la concurrence d'ouvriers venant d'autres parties du même pays. Chaque gisement important relève d'un certain nombre de localités attitrées pour le recrutement de ses ouvriers. Ainsi la plupart des mineurs de Mong-Tze viennent de Lin-Gan-

Digitized by Google

Fou; mais quelques exploitations tirent leur personnel de Lou-Nan. Les Musulmans et les Bouddhistes restent, en outre, toujours séparés.

Le sort des ouvriers mineurs est des plus misérables. Leur salaire moyen, de 2 à 3 taëls par mois (8 à 12 francs), joint au riz que leur fournit le patron, suffit cependant à les attirer, pendant toute la saison où les travaux agricoles n'exigent pas leur présence dans leur pays d'origine. Ils sont d'ailleurs, pour tout ce qui concerne leur subsistance, asservis, comme le patron lui-même, à des fournisseurs rapaces, qui jouent un rôle capital dans toutes les exploitations minières un peu importantes, dont ils sont les bailleurs de fonds.

Ce sont eux qui, organisés d'office par le Gouvernement local en une sorte de Syndicat, peuvent donner aux Européens l'illusion d'une Société propriétaire d'une sorte de concession minière. Quelques explications peuvent être nécessaires pour faire saisir les difficultés d'une assimilation à notre organisation européenne.

En aucun pays du monde la séparation entre la caste bourgeoise et le peuple qui travaille de ses mains n'est plus profondément marquée qu'en Chine. La classe bourgeoise comprend tous les marchands établis, et, en général, tous ceux qui disposent d'un capital en numéraire. Dans l'état actuel du commerce et de l'industrie des provinces centrales de la Chine, le taux de l'intérêt accordé aux capitaux prêté est tellement considérable (de 30 à 50 et même 100 p. 100 par an) que quiconque possède le plus petit capital arrive à vivre presque exclusivement de son revenu, jusqu'au moment où les chances de perte, qui sont naturellement très grandes, font repasser le prêteur de la classe des rentiers dans celle des prolétaires.

Les patrons mineurs ne possèdent jamais longtemps des capitaux qui leur appartiennent en propre. Écrasés par les redevances aux mandarins et par les exigences

Digitized by Google

des commerçants qui les entourent, ils voient rapidement disparaître les bénéfices qu'ils peuvent faire dans certaines années favorables, et, en fait, leur condition, comme leur salaire moyen, sont à peine supérieurs à ceux de leurs ouvriers, même quand ils en emploient un grand nombre. Quiconque pénètre dans les travaux et s'occupe de leur direction technique appartient, aux yeux des Chinois, à la classe ouvrière, et obtient difficilement le respect, surtout quand il est de nationalité étrangère.

Ainsi l'assimilation, parfois faite par les traducteurs, de l'ingénieur européen au patron mineur chinois, a-t-elle été souvent la cause de difficultés très sérieuses. L'ingénieur européen se trouve alors en butte à toutes les moqueries des mandarins et de la classe bourgeoise, qui lui refusent tous les égards auxquels il croit avoir droit, comme un voyageur de bonne société.

Dans ces conditions, le patron mineur qui veut ouvrir une excavation commence toujours par conclure un emprunt auprès du Syndicat de bailleurs de fonds agréés par l'autorité locale. Cet emprunt est remboursable en minerai extrait. Il porte un intérêt annuel qui s'élève souvent jusqu'à 100 p. 100, et n'est d'ailleurs assujetti, en général, à aucune garantie. Si, à la fin de l'année, l'exploitation n'a pas été rémunératrice pour le patron, celui-ci s'en va chercher fortune ailleurs, et le capital prêté est perdu.

Le bailleur de fonds ne peut en aucune manière intervenir dans la conduite des travaux. Il ne serait certainement pas admis à les visiter, et il n'a aucune relation avec les ouvriers, qui sont entièrement sous la dépendance du patron mineur.

Celui-ci dirige ses chantiers comme il l'entend, sans s'occuper des propriétés de la surface sous lesquelles il peut se trouver conduit. Quand deux exploitations différentes, cheminant au juger dans le même gîte, arrivent à se rencontrer, les patrons intéressés désignent, en géné-

Digitized by Google

ral, des mandataires chargés de résoudre leur différend par voie d'arbitrage. En agissant ainsi, ils ne font que se conformer à un usage absolument général pour toutes les contestations qui surviennent dans la population chinoise. C'est seulement en cas de désaccord persistant que les parties comparaissent devant le mandarin. Celui-ci entame alors une procédure toujours coûteuse, et statue finalement par des motifs d'espèce, suivant une jurisprudence peu susceptible d'une analyse technique.

D'innombrables rivalités séparent les divers patrons, qui sont toujours plus ou moins en concurrence pour la vente de leurs produits, et qui cherchent naturellement à cacher à leurs voisins toutes les veines favorables qu'ils peuvent avoir découvertes. Ils ont aussi tout intérêt à dissimuler aux bailleurs de fonds une partie de leurs bénéfices et à échapper autant que possible à l'obligation de leur remettre la totalité du minerai qu'ils extraient. Tels sont, sans doute, les principaux motifs qui, cachés sous des pratiques superstitieuses, expliquent l'âpreté avec laquelle le mineur chinois défend l'entrée de ses galeries. L'explorateur européen est toujours sous le coup d'une attaque dans les régions minières, et on peut juger de l'importance des rivalités que l'exploitation des mines soulève au Yun-Nan, en rappelant qu'elles ont été l'origine de la grande révolte qui a dévasté pendant plus de vingt ans toute la province et qui a fini par s'étendre au Kouei-Tcheou et au Se-Tchouan, en faisant disparaître la moitié de la population du Kouei-Tcheou et le tiers de celle du Yun-Nan (Voir l'ouvrage classique de M. Rocher).

Relations des exploitants avec le public. — D'une manière générale, les minerais de toute nature restent *res nullius* tant qu'ils n'ont pas été extraits et, par conséquent, aucune redevance n'est payée au propriétaire du sol, si

Digitized by Google

les travaux souterrains n'apparaissent pas à la surface.

Pour l'occupation des terrains nécessaires à l'extraction, les gisements se répartissent entre deux catégories. La première comprend toutes les mines qui fournissent des matières réclamées par l'Administration Impériale ; la seconde comprend les mines bénévolement laissées à la disposition du public.

Dans le premier cas, qui s'applique principalement aux mines de cuivre, mais qui peut s'étendre aux mines d'argent, de plomb, de soufre, et aux gisements aurifères, la recherche des minerais censés appartenant à l'Empereur est non seulement permise, mais même encouragée dans toutes les propriétés privées. Aucune indemnité n'est accordée pour les dégâts, souvent très importants, que subissent les champs ou les maisons d'habitation, à moins que le propriétaire lésé ne soit personnellement assez puissant pour imposer respect aux mineurs ou aux autorités intéressées à la production minière ; par suite la recherche des minerais de cuivre est souvent considérée comme un véritable fléau par les populations agricoles du Yun-Nan.

Dans le second cas, qui s'applique en fait aux gisements trop peu importants pour tenter l'intervention mandarinale, et qui comprend encore actuellement la plupart des mines de houille, l'ouverture des travaux de recherche ne peut être faite qu'avec le consentement du propriétaire du sol. Il met, en général, comme condition de sa permission, l'obligation de lui remettre en nature le dixième du produit brut extrait par l'orifice créé dans sa propriété. Le reste de l'extraction peut être librement vendu par le patron mineur, sous réserve des servitudes locales qui peuvent l'astreindre à fournir les villages voisins, et aussi à charge, par lui, d'acquitter la patente annuelle qui lui est imposée par le mandarin local.

Au contraire, dès qu'un gisement a paru assez impor-

Digitized by Google

tant pour mériter d'être réquisitionné par l'Administration ou pour motiver la formation d'un Syndicat de commerçants doté du privilège de faire des avances de fonds aux patrons mineurs, la vente directe au public des produits de l'extraction est interdite sous peine de mort. Tout doit être remis aux agents des mandarins ou du Syndicat, qui se chargent de l'élaboration des minerais ou de la vente au public. Les quantités livrées sont portées en compte aux patrons suivant un tarif officiel, fixé chaque année, soit, en ce qui concerne le cuivre et les métaux précieux, par le Gouvernement central, soit, en ce qui concerne les autres matières, par une Commission locale composée de commerçants et de patrons réunis sous la présidence du mandarin chargé de la surveillance de l'industre minière. Les tarifs ainsi établis paraissent toujours avantageux pour les patrons ; mais le défaut de fixité des mesures chinoises permet à l'acheteur l'emploi d'une balance spéciale qui majore généralement de 12 à 15 p. 100 les poids en usage dans la région.

Enfin, pour terminer ce qui concerne les relations des exploitants chinois avec le public, il est à signaler que, d'une manière absolument générale, tout patron exploitant ou propriétaire, est, en Chine, entièrement responsable des accidents de personne qui surviennent dans son exploitation, ou même extérieurement à son exploitation, mais comme conséquence de son entreprise. L'excuse de cas fortuit ou d'imprudence de la victime n'existe ni dans les coutumes ni dans la loi chinoise. Tout ouvrier ou employé appartient à sa famille, qui ne manque pas de réclamer des dommages-intérêts au patron qui n'est pas en mesure de le lui rendre intact. L'usage chinois à cet égard dégénère souvent en un véritable système de chantage facilement applicable aux étrangers.

Relations des exploitants avec l'Administration chinoise. —

Digitized by Google

Le rôle de l'Administration chinoise dans l'exploitation des mines se réduit toujours à une action fiscale exercée sur le Syndicat investi du monopole de la vente des produits et ne revêt jamais aucun caractère technique. Les redevances perçues par l'intermédiaire de ce Syndicat revêtent des formes très complexes et variables suivant les régions; on peut en trouver des exemples dans le rapport de M. Duclos, inséré dans les *Comptes Rendus de la Mission Lyonnaise*. En totalisant dans chaque cas particulier toutes ces redevances, jointes aux indemnités payées aux propriétaires pour l'occupation des terrains; en y ajoutant les écarts de pesées, fréquents dans le cas des minerais de cuivre, on arrive à des résultats dont la remarquable uniformité n'est que la conséquence du nivellement complet des conditions qui caractérise la Chine. On constate ainsi que tous les produits de l'exploitation des mines sont grevés à peu près uniformément d'une charge qu'on peut évaluer entre 25 et 30 p. 100 du total du montant de l'extraction brute. Cette ensemble écrasant d'impôts, corrélatif des frais généraux considérables qu'entraîne l'extraordinaire dissémination des chantiers, suffit à expliquer l'état actuel de l'industrie minière chinoise.

Il est cependant certain que la population tout entière reconnaît la supériorité des procédés industriels d'Europe et désire s'en approprier les avantages. Mais elle croit pouvoir se dispenser de toute espèce d'éducation nouvelle. Dans chacun des progrès, souvent récents, accomplis en Europe, les Chinois reconnaissent l'application des principes qu'ils croient, à tort ou à raison, posséder depuis l'antiquité la plus reculée (*); mais ils restent incapables

(*) Des études historiques récentes paraissent montrer que les relations entre la Chine et la civilisation européenne ont été presque continues jusqu'au xve siècle. Mon opinion personnelle est que beaucoup de procédés techniques encore usités en Chine sont simplement le résultat d'un développement industriel commun à ce pays et à l'Europe jusqu'à la fin du moyen âge.

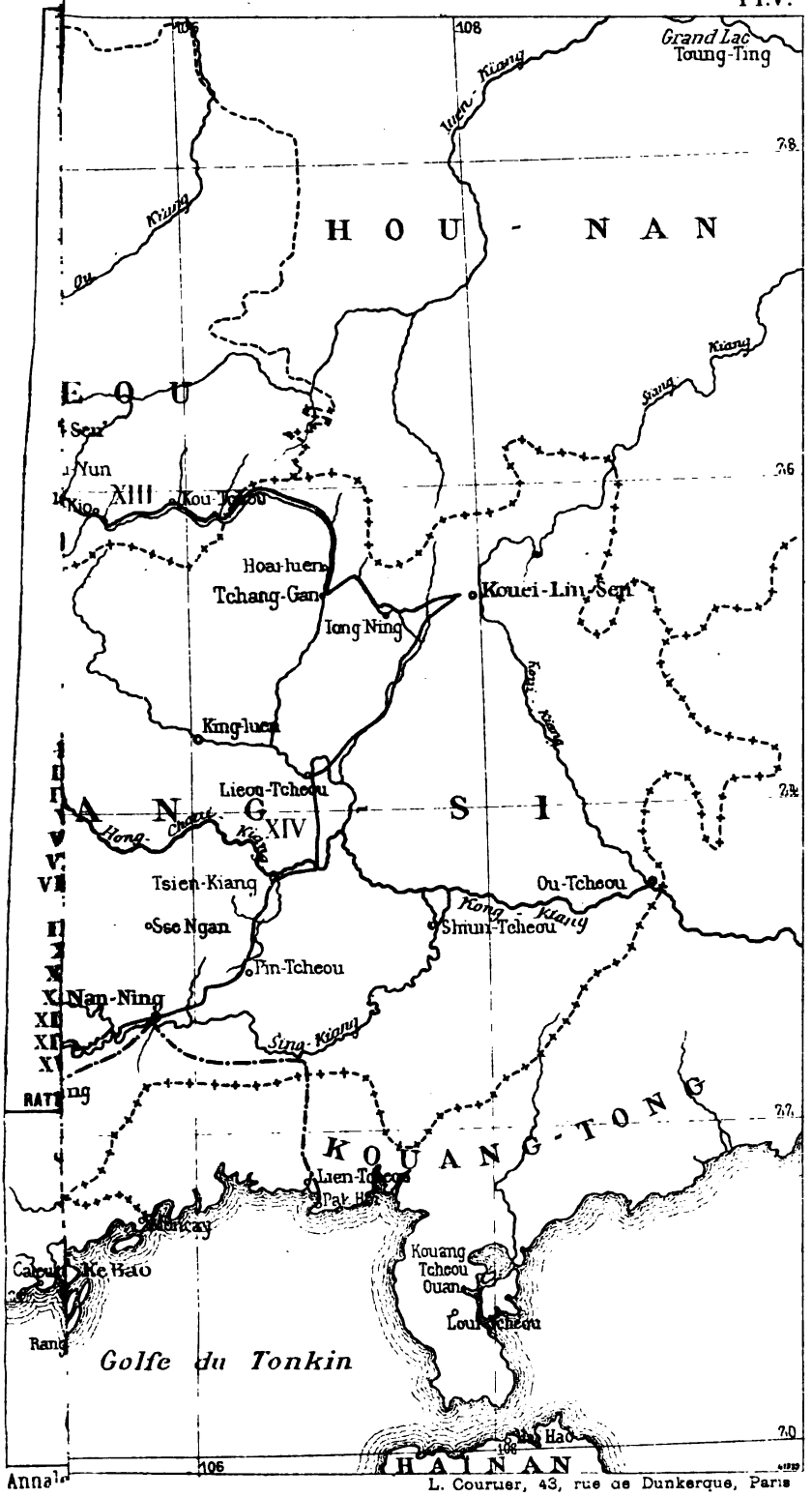
Digitized by Google

d'analyser les éléments divers qui peuvent seuls assurer le succès d'une entreprise fondée sur l'application de ces principes. On les voit souvent supprimer, dans l'évaluation des prix de revient, tantôt certaines dépenses de main-d'œuvre, tantôt toutes les considérations fondées sur le roulement plus ou moins rapide des capitaux engagés. Ces erreurs sont la conséquence d'une éducation stérilisante qui empêchera pendant longtemps encore la population chinoise d'acquérir de véritables capacités techniques d'un degré un peu élevé. Le contact avec l'industrie européenne, qui a pris une extension considérable dans les villes ouvertes, n'a pas donné jusqu'ici au peuple chinois les idées générales qui lui manquent, et entretient, au contraire, dans l'intérieur du pays, des opinions hostiles qui ne sont pas de nature à faciliter la pénétration européenne. Il n'a guère abouti jusqu'à présent qu'à donner aux mandarins la conviction qu'il leur suffirait d'acheter nos machines les plus compliqués pour obtenir, sans le concours des Européens les résultats les plus grandioses. Cependant la population ouvrière présente des ressources incalculables. Dès qu'une administration européenne la délivre en partie des influences qui enserrent tous ses actes dans une sorte d'esclavage anti-économique, elle développe des aptitudes techniques et commerciales véritablement surprenantes. La population disponible pour l'industrie minière au Yun-Nan peut être évaluée à plus de 100.000 ouvriers ; elle pourrait donc se prêter à un grand accroissement de la production ; mais il faut prévoir que son orgueil naturel la placera bientôt dans un état d'esprit difficile à conduire en lui faisant méconnaître la part que les procédés et l'administration européens auront prise dans le développement de l'industrie locale.

Tours. — Imprimerie Deslis Frères.

Digitized by Google

Digitized by Google

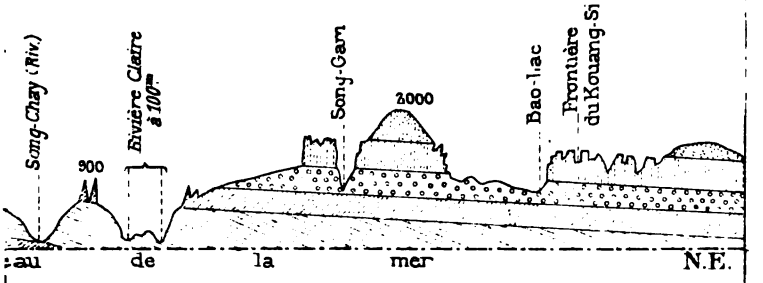


Digitized by Google

Digitized by Google

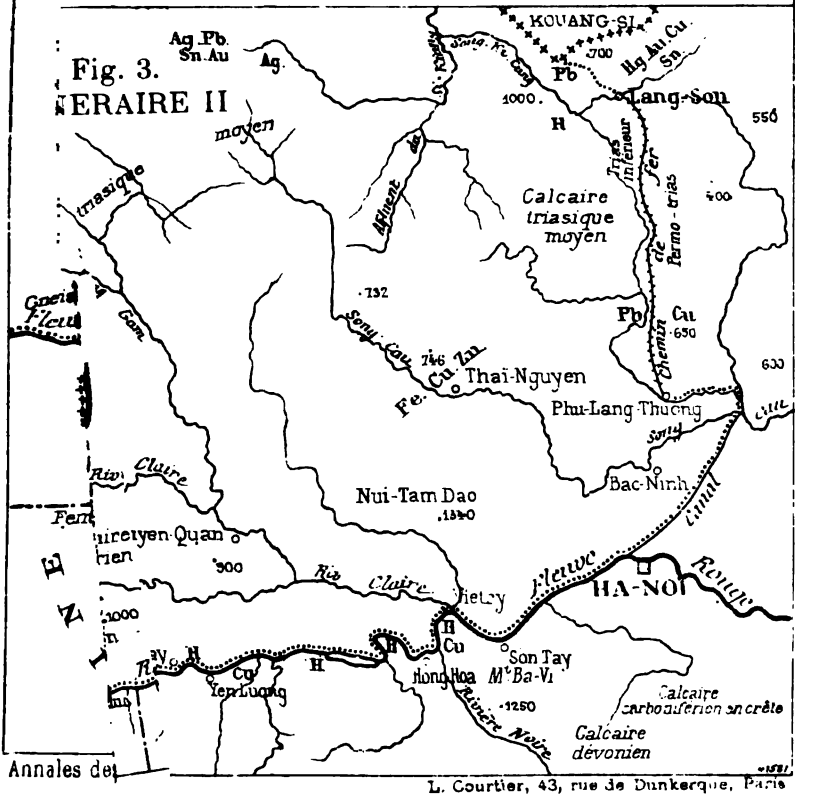
oupe schématique du Haut-Tonkin
pendiculaire à la direction du Fleuve Rouge
t par le Grand Rapide de Traï-Hut
tes du Ministère des Colonies et de l'Indo-Chine

horizontale 1/2.000.000, verticale 1/100.000



Permo-carbonifère
Carboniférien feldspathisé gneissique
Précarboniférien gneissique et micaschisteux

Fig. 3.
NERAIRE II

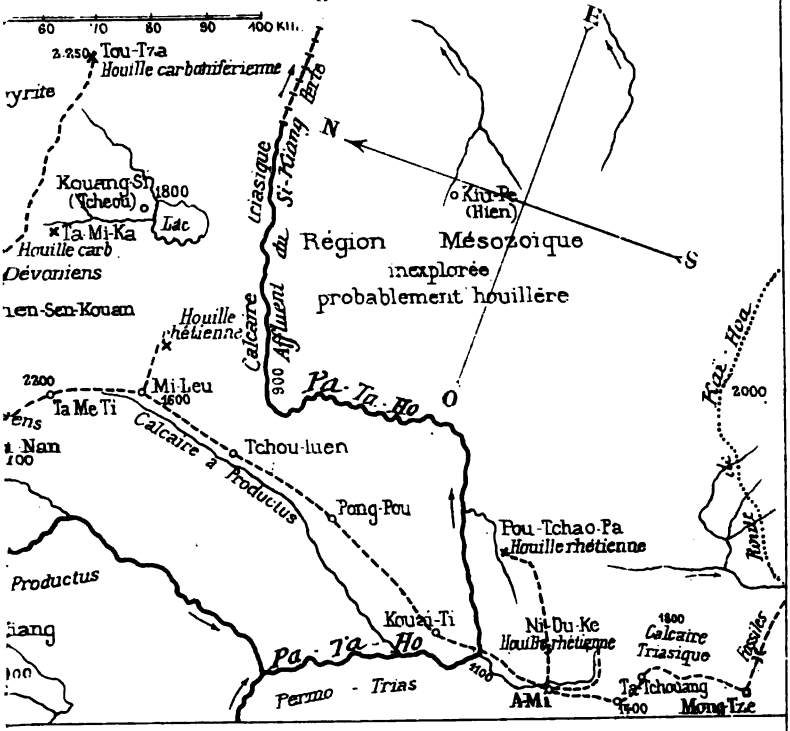


L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

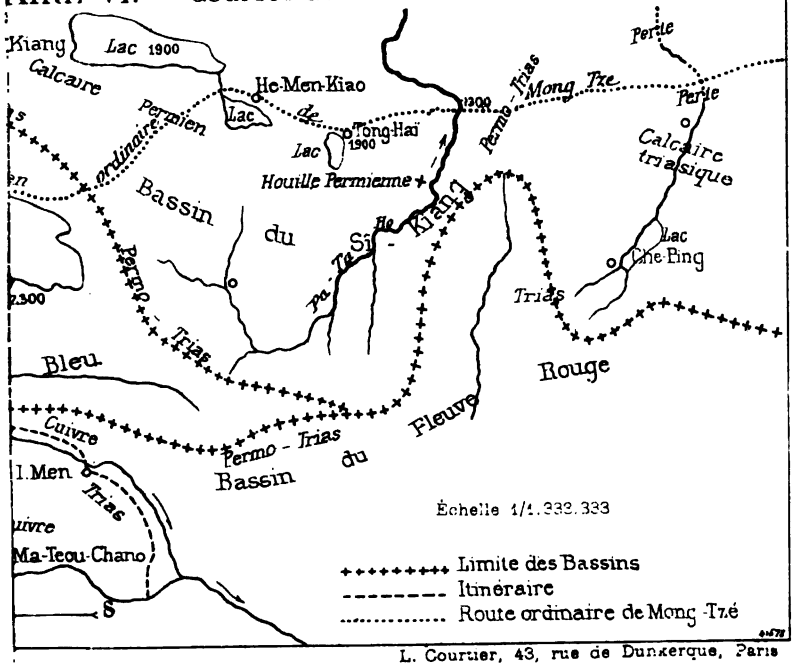
Digitized by Google

Digitized by Google

ERAIRE V. — De Mong-Tze à Yun-Nan-Sen



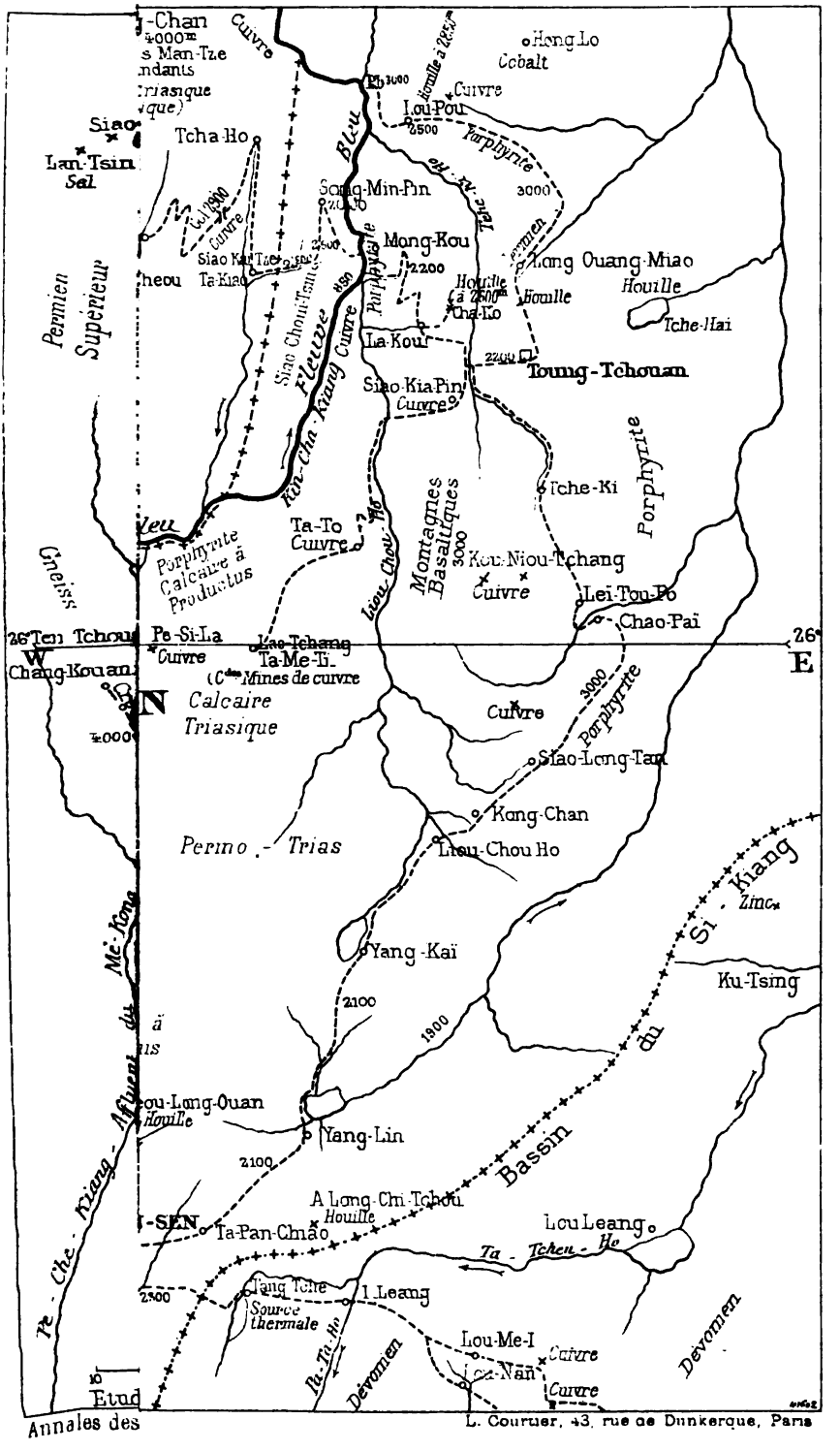
AIRE VI. — Courses autour de Yun-Nan-Sen



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google


Hong Lo
Cobalt
Cuivre
Lou-Pou
Porphyrite
Siao
Lan-Tsin
Sel
Tcha-Ho
Song-Min-Pin
Mong-Kou
Hong Ouang-Miao
Houille
Tche-Hai
Permien
Supérieur
Siao Kai Tze
Ta-Kiao
Siao Chou-Tsin
Fleuve Bleu
Porphyrite
Houille
Tcha-Ho
La-Kour
Toung-Tchouan
Siao-Kia-Pin
Cuivre
Kou-Chu-Kiang
Tche-Ki
Porphyrite
Montagnes Basaltiques
Ta-To
Cuivre
Porphyrite Calcaire à Productus
Gneiss
Kou-Niou-Tchang
Cuivre
Lei-Tou-Po
Chao-Pai
26° Ten Tchou
Pe-Si-La
Cuivre
Lao-Tchang
Ta-Me-Ti
Mines de cuivre
Chang-Kouan
W
N
E
26°
Calcaire Triasique
Cuivre
Porphyrite
Siao-Long-Tan
Kong-Chan
Perino - Trias
Lieu-Chou Ho
Si - Kiang
Zinc
Yang-Kaï
Ku-Tsing
Mé-Kong
Affluent du
Houille
Yang-Lin
Bassin du
A Long-Chi-Tchou
Houille
Ta-Pan-Chao
Lou Leang
Ta - Tchen - He
Tang Tche
Source thermale
I Leang
Pe-Tsi-Ho
Devonien
Lou-Me-I
Cuivre
Lou-Nan
Cuivre
Devonien
Pe-Che-Kiang
Etud
Annales des
L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

Digitized by Google

Pin-Tchang

Fig. 3 - Evaporation du Sel à Lang-Tsin

Fig. 6 - Fours à Coke de Taï-Pin-Tchang

Digitized by Google

Digitized by Google

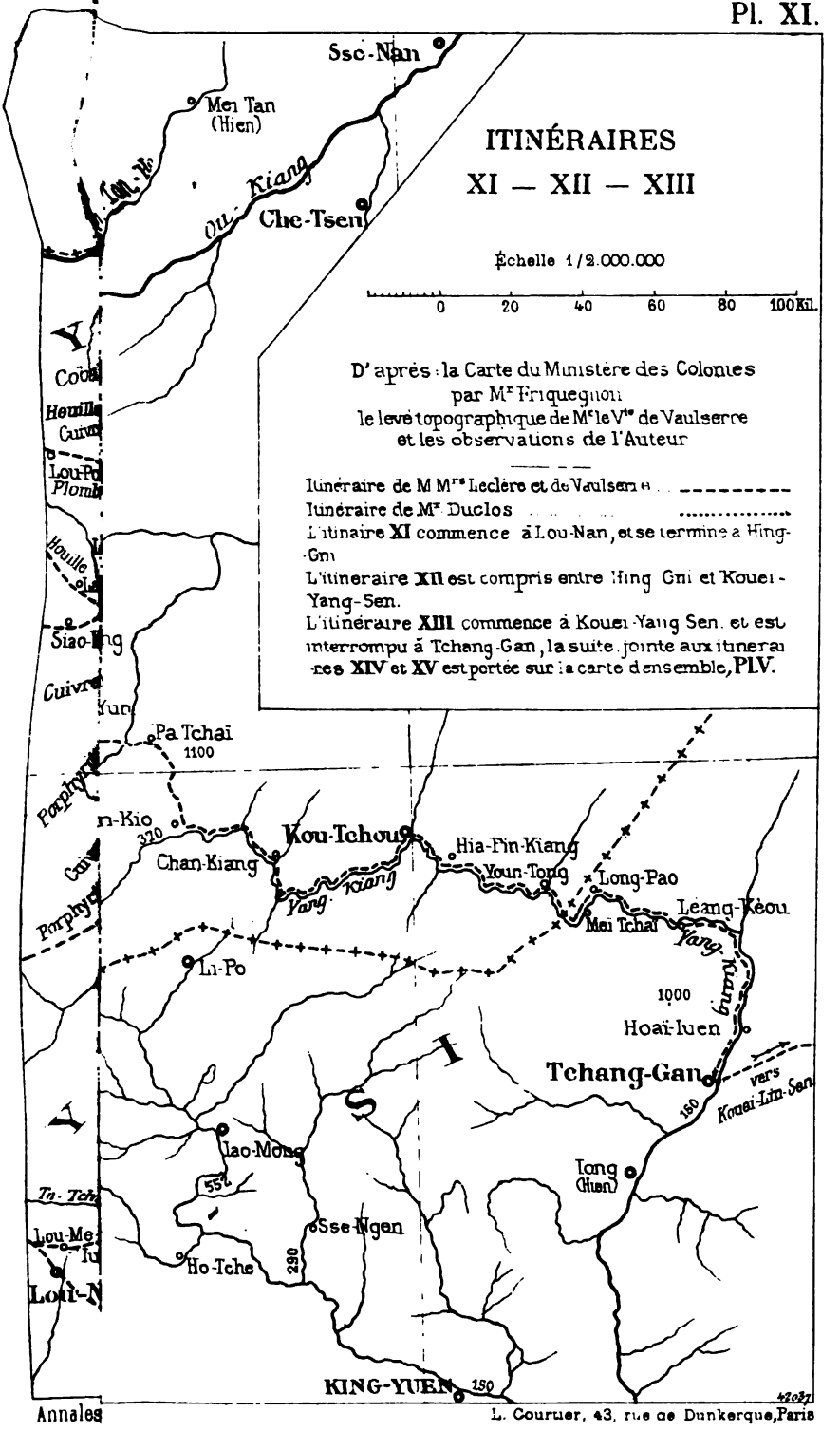
Fig. 3 - Vue de He-Tsin (Sel)

Fig. 6 - Installation des laveurs d'Or

Fig. 9 - Usine Impériale à Ta-Me-Ti

Digitized by Google

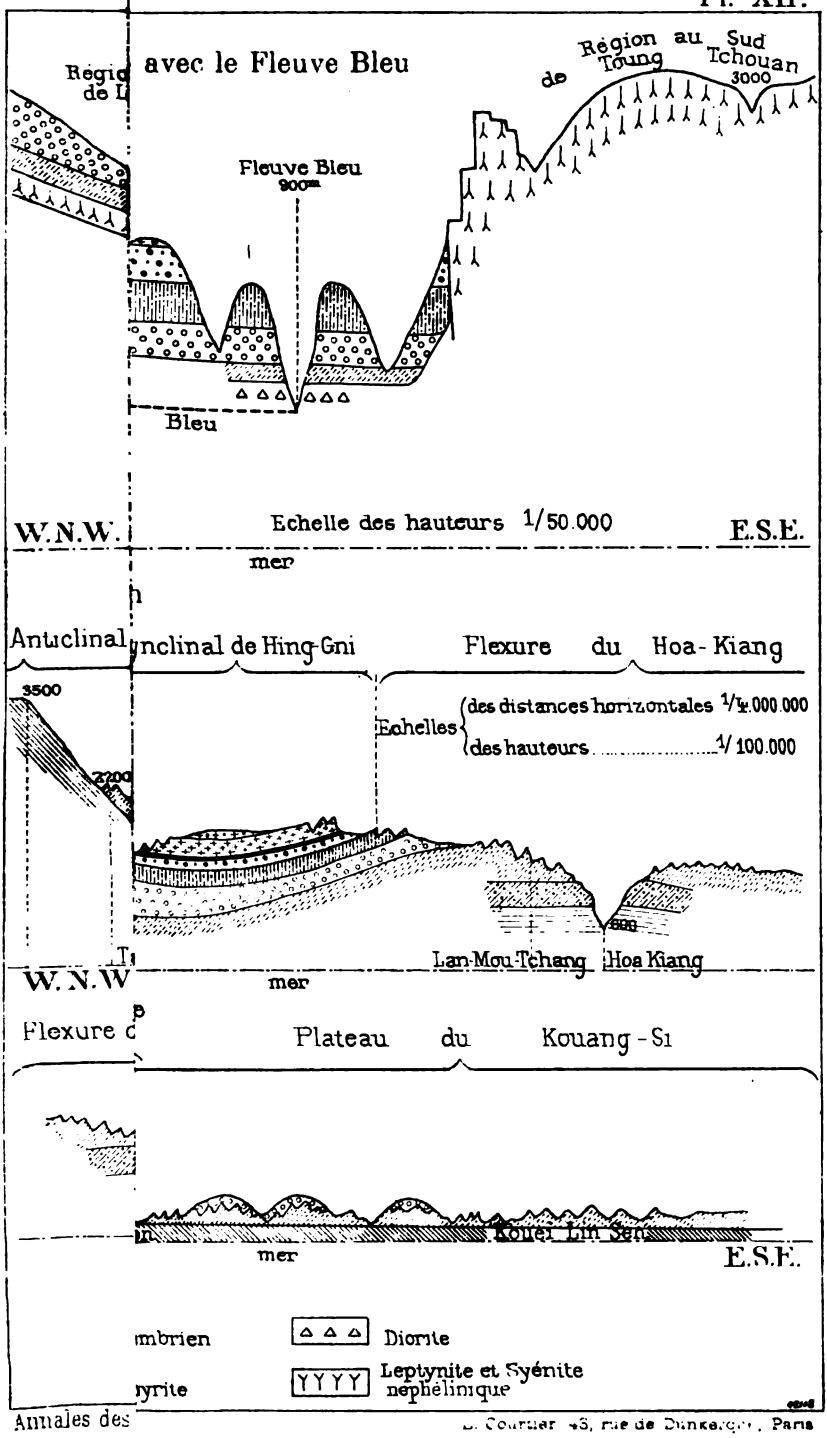
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Pl. XII.

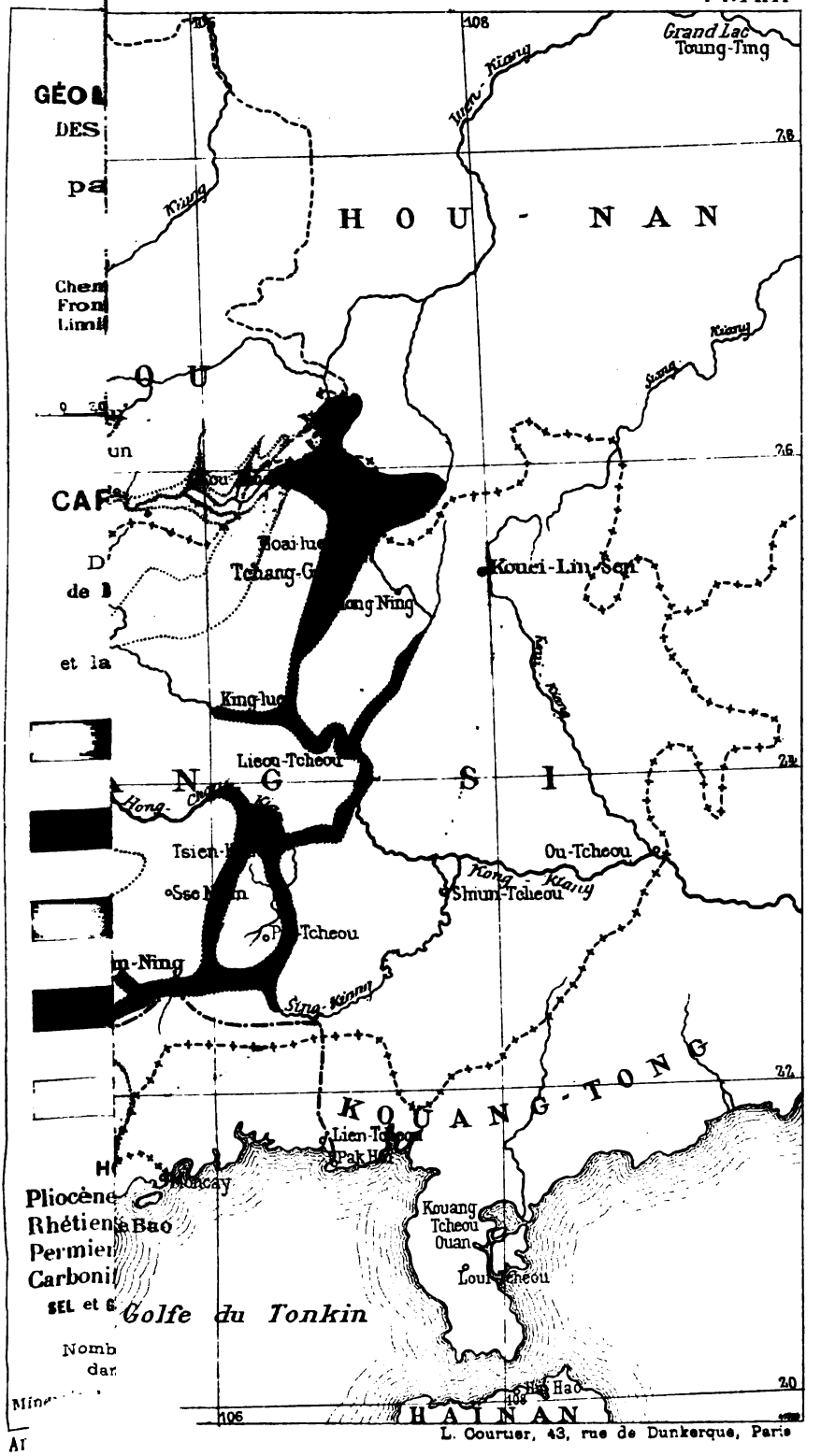


Annales des

L. Courtier 43, rue de Dunkerque, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 3. – Terrain rhétien de Taï-Pin-Tchang. Fleuve Bleu

Fig. 6. – Permo-Trias bariolé. Fleuve Bleu au nord de Ta-Li

Fig. 9. – Calcaire Permien moyen, à l'est de Lou-Nan

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 3. – Calcaire à Productus à 2,000 mètres d'altitude, à l'ouest de Mong-Tze

Fig. 6. – Porphyrite en plateau, à 3,000 mètres d'altitude, au sud de Toung-Tchouan

Fig. 9. – Grande plaine lacustre de Yun-Nan-Hien

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 3. – Moisson du riz au bord du lac de Ta-Li

Fig. 6. – Voyage en chaise à porteurs, environs de Toung-Tchouan

Fig. 9. – Construction d'une église à Tchen-Ning

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

QE294 .L5
Etude geologique et miniere des pro
Kummel Library APK0029
3 2044 032 880 817

E-202

Leclere, A.
AUTHOR

Etude geologique et miniere des
TITLE

provinces chinoises voisines du Tonkin.

DATE DUE	BORROWER'S NAME
NOV 5 1971	K. C. Li

DATE DUE

NOV 5 1971				

Digitized by Google

PRINTED IN U.S.A.

Digitized by Google